



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113631045 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 09

(21) 申请号 202080023878.0

(22) 申请日 2020.01.26

(30) 优先权数据

1901092.5 2019.01.26 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.09.24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IL2020/050099 2020.01.26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/152689 EN 2020.07.30

(71) 申请人 再定义肉品有限公司

地址 以色列特拉维夫市

(72) 发明人 艾夏·本-施特里特

阿列克谢·托姆索夫

丹尼尔·曼德利克

丹尼尔·季科夫斯基

夏伊·希尔伯斯坦

(74) 专利代理机构 上海翼胜专利商标事务所

(普通合伙) 31218

代理人 翟羽

(51) Int.Cl.

A23J 3/22 (2006.01)

A23L 13/60 (2006.01)

A23P 20/20 (2006.01)

B33Y 10/00 (2006.01)

权利要求书3页 说明书45页 附图24页

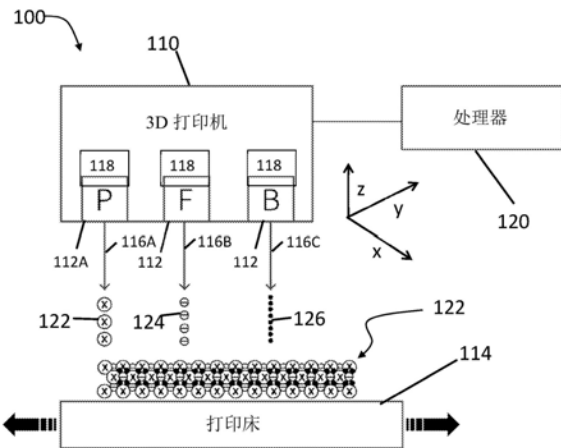
按照条约第19条修改的权利要求书4页

(54) 发明名称

肉类似物及其制造方法

(57) 摘要

本揭露提供一种肉类似物,包含一蛋白质基底组分及一脂肪基底组分分别分布于所述肉类似物内;其中所述肉类似物包含本质上由所述蛋白质基底组分所组成的至少一片段,所述片段在化学上区别于本质上由所述脂肪基底组分所组成的至少一其他片段;以及其中满足下列中的至少一个:(i)所述肉类似物的一立方样品展现一各向异性的物理特性;以及(ii)所述肉类似物包含所述蛋白质基底组分和所述脂肪基底组分的一非均质分布。本文还公开一种制造所述肉类似物的方法,所述方法优选涉及所述肉类似物的数码打印。



1. 一种肉类似物,其特征在於,所述肉类似物包含一蛋白质基底组分及一脂肪基底组分分别分布在所述肉类似物内;

其中所述肉类似物包含本质上由所述蛋白质基底组分所组成的至少一片段,所述蛋白质基底组分在化学上区别于本质上由所述脂肪基底组分所组成的至少一其他片段;以及

其中所述肉类似物的一立方样品展现一各向异性的物理特性。

2. 一种肉类似物,其特征在於,所述肉类似物包含一蛋白质基底组分及一脂肪基底组分分别分布在所述肉类似物内;

其中所述肉类似物包含本质上由所述蛋白质基底组分所组成的至少一片段,所述蛋白质基底组分在化学上区别于本质上由所述脂肪基底组分所组成的至少一其他片段;以及

其中所述肉类似物包含所述蛋白质基底组分和所述脂肪基底组分的一非均质分布。

3. 如权利要求1所述的肉类似物,其特征在於:所述肉类似物包含所述蛋白质基底组分和所述脂肪基底组分的一非均质分布。

4. 如权利要求1至3任一项所述的肉类似物,其特征在於:所述蛋白质基底组分的一片段的一湿样品包含5重量%至60重量%的蛋白质材料。

5. 如权利要求1至4任一项所述的肉类似物,其特征在於:所述脂肪基底组分具有以下至少一种特征:(i) 具有在30℃的一黏滯性,介于3,000与1,000,000厘泊之间;(ii) 具有一熔点温度,在30℃至80℃的范围内。

6. 如权利要求5所述的肉类似物,其特征在於:所述脂肪基底组分具有在30℃的一黏滯性介于10,000与300,000厘泊之间。

7. 如权利要求1至6任一项所述的肉类似物,其特征在於:所述肉类似物包含蛋白质含量不同的两个或更多个蛋白质基底组分。

8. 如权利要求1至7任一项所述的肉类似物,其特征在於:所述肉类似物包含脂肪含量不同的两个或更多个脂肪基底组分。

9. 如权利要求1至8任一项所述的肉类似物,其特征在於:所述脂肪基底组分的一片段的一湿样品包含介于20重量%至100重量%的亲脂性物。

10. 如权利要求9所述的肉类似物,其特征在於:所述脂肪基底组分的一片段的一湿样品包含介于60重量%至100重量%的亲脂性物。

11. 如权利要求1至10任一项所述的肉类似物,其特征在於:所述脂肪基底组分包含不饱和脂肪酸。

12. 如权利要求1至10任一项所述的肉类似物,其特征在於:所述脂肪基底组分包含饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、油凝胶、油包水乳液、水包油乳液以及油包油乳液中的任一种或其组合。

13. 如权利要求1至12任一项所述的肉类似物,其特征在於:所述各向异性的物理特性是一质地特性。

14. 如权利要求1至12任一项所述的肉类似物,其特征在於:当在三个正交方向上测量至少0.5cc的至少一样品中的所述物理特性时,所述各向异性的物理特性展现至少10%的数值差异。

15. 如权利要求1至14任一项所述的肉类似物,其特征在於:所述肉类似物包含一水性基底组分。

16. 如权利要求15所述的肉类似物,其特征在于:当从所述肉类似物的至少0.5cc的一样品提取时,所述水性基底组分包含介于70重量%至97重量%之间的水量。

17. 如权利要求15所述的肉类似物,其特征在于:当平均超过至少10个这样的样品时,至少0.5cc的一样品包含30%至80%的水。

18. 如权利要求1至17任一项所述的肉类似物,其特征在于:所述肉类似物包含一粘结剂。

19. 如权利要求18所述的肉类似物,其特征在于:所述粘结剂包含麸质、交联酶、交联胶凝剂、水胶体以及胶质中的任一种或其组合。

20. 如权利要求19所述的肉类似物,其特征在于:所述交联酶是一种酶,催化二硫键及异肽键中的任一个或其组合的形成。

21. 如权利要求19所述的肉类似物,其特征在于:所述酶是转谷氨酰胺酶。

22. 如权利要求19所述的肉类似物,其特征在于:至少一部分所述水胶体出现在多个片段中,所述片段包含所述蛋白质基底组分。

23. 如权利要求19所述的肉类似物,其特征在于:所述交联胶凝剂形成交联的海藻酸钙。

24. 一种用于制造如权利要求1至23任一项的一肉类似物的方法,其特征在于,所述方法包含打印多个层,所述多个层包含蛋白质基底组分及一脂肪基底组分中的一或二者,其中所述打印被配置用以提供:

一或多个片段,所述片段包含所述蛋白质基底组分,所述蛋白质基底组分在化学上区别于包含所述脂肪基底组分的其他片段;以及

在所述肉类似物的一立方样品中的一各向异性的物理特性。

25. 一种用于制造如权利要求1至23任一项的一肉类似物的方法,其特征在于,所述方法包含打印多个层,所述多个层包含蛋白质基底组分及一脂肪基底组分中的一或二者,其中所述打印被配置用以提供:

一或多个片段,所述片段包含所述蛋白质基底组分,所述蛋白质基底组分在化学上区别于包含所述脂肪基底组分的其他片段;以及

在所述肉类似物内,所述蛋白质基底组分和所述脂肪基底组分的一非均质分布。

26. 如权利要求25所述的方法,其特征在于:所述打印被配置用以提供在所述肉类似物的一立方样品中的一各向异性的物理特性。

27. 如权利要求25或26所述的方法,其特征在于:所述打印是根据一预定义组装计划,定义所述蛋白质基底组分及所述脂肪基底组分相对于彼此的空间排列。

28. 如权利要求25至27任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含打印所述蛋白质基底组分的多条股线。

29. 如权利要求25至28任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含打印所述脂肪基底组分的多条股线。

30. 如权利要求25至29任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含在沉积所述蛋白质基底组分于一打印床上之前,组织化所述蛋白质基底组分。

31. 如权利要求25至30任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含至少一固化阶段,所述固化包含下列任一种或其组合:

施加一粘结剂；  
施加一组织化剂；  
暴露于红外光辐射；  
暴露于紫外光辐射；  
加热或冷却；  
移除或引入湿气(补液或脱水)。

32. 如权利要求25至31任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含在一或多个打印层之间施加所述粘结剂。

33. 如权利要求25至32任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含打印至少三层。

34. 如权利要求33所述的方法,其特征在于:所述至少三层中的至少两层是不一致的。

## 肉类似物及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本揭露属于肉类似物的领域。

### 背景技术

[0002] 下面列出了被认为与本公开主题的背景相关的参考文献：

[0003] -美国专利第4,691,161号

[0004] -美国专利申请公开第20180192686号

[0005] -美国专利申请公开第US2017164650号

[0006] -美国专利申请公开第US2016066612号

[0007] -C Liu et al. "The Development of 3D Food Printer for Printing Fibrous Meat Material" IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 284 (2017) 012019 doi:10.1088/1757-899X/284/1/012019

[0008] -Davide Sher和Xavier Tutó "Review of 3D Food Printing" ELISAVA Temes de Disseny, N°. 31 (2015) pages 104-117 ISSN2385-7951

[0009] 对本文上述参考文献的确认不应被推断为意味着这些参考文献以任何方式与当前公开的主题的可专利性相关。

[0010] 背景：

[0011] 3D打印(增材制造)的发展已显着增长。所述技术已应用于各种领域,如医学、航空、汽车、建筑建模等多个领域,最近,它正在成功地应用于食品加工,并受到食品科学人员的广泛赞赏。3D打印研究通常聚焦于墨水的特性、打印机设计和打印参数上。

[0012] 美国专利第4,169,161号描述了含有植物蛋白、蛋白、脂肪和水的模拟多相肉状制品,这些制品是由未着色和着色的乳液制备的,这些乳液分层成面包块以产生明显有色的区间。所述面包块加热凝固,且切成条状,油炸时看起来质地上类似于炸肉,特别是培根。

[0013] 美国专利申请公开第20180192686号描述了一种用于制作一营养低热量食品的方法和系统,以及由此生产的食品。所述方法包含配制至少一种营养材料(例如,蛋白质)和至少一种无热量的食用纤维素纳米材料,并且通过3维打印(3D打印)将所述制剂沉积成一期望的形式,以形成具有一预定质地和营养及热量含量的一食品。

[0014] 美国专利申请公开第US2017164650号描述了一种用于制作一食用品的的方法,包含提供一食用粉组合物和至少一食用液体,其中所述食用粉组合物包含一水溶性蛋白质、一水胶体和一增塑剂,并通过将所述食用液体喷洒在粉上来沉积所述食用液体,使所述组合物进行粉末床打印,从而获得所述食用品。还描述了用所述方法获得的食品,特别是一意大利面、一糕点和一蛋白质棒。

[0015] 美国专利申请公开第US2016066612号描述了一种3D肉取代品形成设备,包括一控制计算机,用于预先存储一肉类模型的一影像文件并输出与所述肉类模型的影像文件对应的一控制命令。所述粉状肉取代品材料是一粉状非肉蛋白食品材料。一种3D肉取代品形成

方法包括一前处理工序、一浸泡及研磨工序、一浆液煮沸及过滤工序、一雾化干燥工序、一粉末扩散及分层工序、一打印及固体化工序、一层压工序以及一余粉去除工序。

[0016] C Liu等人(2017年)描述了纤维肉材料的3D食品打印的发展。具体描述的是,采用两个加压罐和两个挤出喷嘴的系统,第一套喷嘴和加压罐将纤维材料挤出以形成具有多孔质地的块状形状,以及第二套喷嘴及加压罐注射液体猪肉精、鸡精等进入所述多孔材料以形成一多汁且湿润的食品材料。

[0017] Davide Sher和Xavier Tutó(2015年)对3D食品打印进行了回顾,尤其参考Foodini 3D打印机利用基于注射器的系统来挤出不同的糊状材料,从面团到切碎的肉,以及面临3D肉类生产转向一经济可行的解决方案的挑战。

## 发明内容

[0018] 根据一第一方面,本揭露提供一种肉类似物,包含一蛋白质基底组分及一脂肪基底组分,分别分布于制品内;其中所述制品包含至少一片段,主要包含或本质上由所述蛋白质基底组分所组成,所述蛋白质基底组分在化学上区别于至少一其他片段,所述其他片段主要包含或本质上由所述脂肪基底组分所组成;以及具有以下特征中的至少一个:

[0019] -在所述制品的一立方样品中,一各向异性的物理特性(anisotropic physical property)。

[0020] -所述蛋白质基底组分及所述脂肪基底组分的一非均质分布。

[0021] 本揭露还提供一种用于制造如本文公开的所述肉类似物的方法,所述方法包含打印多个层,所述层包含蛋白质基底组分及一脂肪基底组分中的一或二者,

[0022] 其中所述打印被配置用以提供:

[0023] 一或多个片段,所述片段主要包含或本质上由所述蛋白质基底组分组成,所述蛋白质基底组分在化学上区别于主要包含或本质上由所述脂肪基底组分组成的其他片段;以及下列中的至少一个:

[0024] 所述蛋白质基底组分及所述脂肪基底组分的一非均质分布;以及

[0025] 在所述制品的一立方样品中的一各向异性的物理特性。

## 附图说明

[0026] 为了更好地理解在此公开的内容并举例说明它可以如何在实践中执行,现在将参考附图仅通过非限制性示例的方式来描述实施例,其中:

[0027] 图1A至1B提供一像牛肉的肉替代品厚片(图1A)的一3D模型,带有一打印(股线)方向的指示,以及一实际牛肉厚片的一影像(图1B),带有一长度轴线、宽度轴线及高度轴线的指示。

[0028] 图2是可以根据本揭露的一非限制性示例使用的一3D打印机的多个元件的一示意图。

[0029] 图3A至3B提供根据本揭露的一示例的一肉类似物的一3D模型的一立方样品的多个示意的横截面图,图3B是图3A的所述3D模型的一片段的一放大视图。

[0030] 图4A至4B提供根据本揭露的另一示例的一肉类似物的一3D模型的一立方样品的一示意的横截面图,图4B提供图4A的所述3D模型的一片段的一放大视图。

[0031] 图5A至5B提供根据本揭露的又一示例的一肉类似物的一3D模型的一立方样品的一示意的横截面图,图5B提供图5A的所述3D模型的一片段的一放大视图。

[0032] 图6A至6Z提供根据本揭露的一些示例多个肉类似物的可能的打印配置的多个示意图,其中圆圈表示一打印的组分材料的中心。

[0033] 图7A至7F提供根据本揭露各种非限制性示例的不同3D打印模型的图示。

[0034] 图8A至8C提供一打印的整个肌肉厚片的一3D模型的一图示(图8A),以及由此产生的肉替代品的3D打印的厚片在油煎(图8B)及油煎后切片(图8C)的一影像。

[0035] 图9A至9C提供一3D打印的碎肉制品(图9A),以及一横截面图显示脂肪组分打印的文本(“BENNY”,图9C)以及不用额外的(外加的)油进行油煎后的其一切片(图9B)的多张影像。

[0036] 图10包括基于示例14数码打印的含蛋白质组分与模制成型未打印的所述蛋白质基底组分进行比较的多个组织学影像(影像以5微米切片厚度进行拍摄)。

[0037] 图11A至11C是根据示例14进行3D打印的一肉替代品与非打印的肉及真牛肉(图11C)比较的多个质地剖面参数的长条图。

[0038] 图12A至12G是根据本揭露一些示例的3D打印的肉替代品(图12B、12D、12F及12G)与牛肉制品-牛里脊肉(图12A、12C、12E)比较的影像。

[0039] 图13A至13H提供根据本揭露一些非限制性示例的各种肉类似物的多个图示。

## 具体实施方式

[0040] 本揭露提供多个肉类似物及其制造方法。

[0041] 在本揭露的上下文中,应理解的是,本文提供的肉类似物在味道、质地、消费者体验和其他特性方面类似于或旨在类似于真实的肉制品,正如那些本领域精通者通常检查的那些。

[0042] 本揭露因此提供一肉类似物,包含一蛋白质基底组分及一脂肪基底组分分别分布于制品内;其中所述制品包含

[0043] 至少一片段,主要包含或本质上由所述蛋白质基底组分所组成,所述片段在化学上区别于主要包含或本质上由所述脂肪基底组分所组成的至少一其他片段;以及

[0044] 在所述制品的一立方样品中,所述制品展现一各向异性(anisotropic)的物理(优选质地的)特性。

[0045] 在本揭露的上下文中,术语“片段(segment)”应理解为表示制品的一样品或一部分,原则上可以主要包含或本质上仅由所述蛋白质基底组分组成,主要包含或本质上仅由所述脂肪基底组分组成,或者可以同时含有所述蛋白质基底组分及所述脂肪基底组分。

[0046] 此外,在本揭露的上下文中,当提到“在化学上区别于”时,应理解为比较的组分之间彼此不同,因为存在或不存在一化学/生物实体,或因为包括不同量的相同的化学/生物实体等。

[0047] 在本揭露的上下文中,当使用“主要包含或本质上由…所组成”表达与所述制品的一片段的所述组合物相关,应理解为至少50%的体积,有时至少60%体积、有时至少70%体积、有时至少80%体积以及有时甚至至少90%体积由所述组分制成。相似地,当提到一种组分中的一成分时,例如蛋白质或脂肪,因此所述一组分“主要包含所引用类型的成分,或本

质上由所引用类型的成分所组成”(例如,蛋白质或脂肪),应当理解,所述组分包含了比其他成分更多的所述引用类型。例如,一蛋白质基底组分包含主要蛋白质,应被理解为包含比脂肪或碳水化合物或其他非蛋白质材料更多至少5%,有时至少10%,有时至少20%w/w的蛋白质;相似地,例如,一脂肪基底组分包含主要亲脂性材料,应理解为包含比蛋白质或其他非亲油性材料更多至少5%,有时至少10%,有时至少20%w/w的亲脂性材料。

[0048] 在本揭露的上下文中,当提到一蛋白质基底组分时,可以理解为包含水和食用蛋白质材料的一组合物。所述蛋白质材料可以包括蛋白质、肽、寡肽和氨基酸中的一个类型或一组合。

[0049] 所述肉类似物内的所述蛋白质基底组分是用来模仿所述肉的一肌肉部分,且因此被设计和构造成具有一肌肉的质地,甚至且特别是在所述制品烹饪后。所述蛋白质基底组分可以包括一或多种蛋白质与其他非蛋白质材料的组合,例如水和脂肪。

[0050] 在一些示例中,所述蛋白质基底组分包含一或多种蛋白质。

[0051] 所述蛋白质可以是人类使用或消费上可接受和安全的任何来源。

[0052] 在一些示例中,所述蛋白质是一非哺乳动物来源的。一非哺乳动物来源可以包括但不限于植物来源、节肢动物(例如昆虫)、藻类、真菌(例如酵母)、细菌或其他微生物。

[0053] 在一些其他实例中,所述蛋白质是一非动物来源的。一非动物来源包括植物来源以及从细胞培养中获得的蛋白质材料,即使所述细胞是一动物细胞。

[0054] 在一些示例中,所述蛋白质包含植物性蛋白质。所述植物性蛋白质可以是一纯蛋白质、一蛋白质分离物、蛋白质浓缩物、蛋白质面粉、组织化蛋白质如组织化植物蛋白(TVP)的形式。

[0055] 在本揭露的上下文中,TVP用于表示组织化植物蛋白的干燥形式(有时被认为是扩展的TVP)以及高湿气形式,在本领域中已知为高水分挤压(HME)或高水分挤压烹调或相似处理所产出的结果。

[0056] 所述蛋白质可以是任何植物来源,包括但不限于小麦、豆科植物(豆类、菜豆类、豌豆类、小扁豆类、坚果类)、植物种子和谷物(例如向日葵、芥花(Canola)、水稻)、茎或块茎蛋白(例如,土豆蛋白)。

[0057] 在一些示例中,所述蛋白质由豆科植物衍生。豆科植物/菜豆类蛋白质的具体但非限制性示例包括:大豆蛋白、豌豆蛋白、鹰嘴豆蛋白、羽扇豆蛋白、绿豆蛋白、肾豆蛋白、黑豆蛋白、苜蓿蛋白。

[0058] 适用于本文公开的肉替代品的一些具体但非限制性的蛋白质是 $\beta$ -伴大豆球蛋白(beta-gonglycinin)、大豆球蛋白(glycinin)、豌豆球蛋白(vicilin)、豆球蛋白(legumin)、白蛋白(albumins)、球蛋白(globulins)、谷蛋白(glutelins)、麸质、麦胶蛋白(gliadins)、麦谷蛋白(glutenins)、真菌蛋白(mycoproteins)。

[0059] 所述蛋白质组分可以包括一单个类型的蛋白质或蛋白质的混合物。作为一单个蛋白质或与其他蛋白质组合使用的一蛋白质的一示例是麸质。

[0060] 可作为一唯一蛋白质用于所述蛋白质基底组分或与其他蛋白质组合使用的一蛋白质的另一个示例是 $\beta$ -伴大豆球蛋白(beta-conglycinin)(分离物或浓缩物)。

[0061] 在又一个示例中,至少部分所述蛋白质基底组分含有动物衍生组分,例如,牛肉肌肉、鸡肌肉、鸡蛋蛋白、乳蛋白、昆虫基底蛋白等,或者通过细胞培养技术实现。



[0062] 在又一个示例中,至少部分蛋白质基底组分含有例如由植物、藻类、真菌或微生物衍生的重组蛋白。

[0063] 在本文所公开的所述肉类似物内,所述蛋白质基底组分可以是任何化学或物理形式。

[0064] 在一些示例中,所述蛋白质基底组分是一面团(例如,厚厚的可塑性膏体)。

[0065] 在一些其他示例中,所述蛋白质基底组分是一凝胶的形式。

[0066] 在一些其他示例中,所述蛋白质基底组分是一乳液的形式。

[0067] 在一些示例中,所述蛋白质基底组分是组织化蛋白质的形式。在这种背景下,当提到一组织化蛋白质物时,应理解为定义所述蛋白质的在所述组分内的物理状态。在一些示例中,所述蛋白质组分由与水结合的蛋白质分子组成,这些分子被组织化以创造一纤维结构。在其他示例中,所述组织化蛋白质组包含蛋白质分子,所述蛋白质分子实质上对齐在一确定方向上,以创造一实质上对齐的纤维结构。可以例如通过烹煮挤压工艺、剪切(Couette 同心圆柱)单元及/或纺丝等所有本领域公知的方法,以及通过冷挤压,其中预先存在的蛋白质纤维束在一面团内被强迫通过一狭窄的通道以对齐它们与所述挤出方向来实现所述蛋白质材料的对齐。

[0068] 在一些示例中,所述组织化蛋白质包含或为组织化植物蛋白(TVP),包括例如组织化大豆、组织化豌豆、组织化小麦麸质及其组合。

[0069] 在一些示例中,所述蛋白质基底组分是凝胶、乳液和组织化蛋白质的组合。

[0070] 就此而言,应当注意,本文公开的所述制品可以在整体制品中含有相同的蛋白质基底组分,然而,在一些示例中,所述制品可以含有不同类型的蛋白质基底组的组合。一单个制品中所述蛋白质基底组分上的差异可以通过以下任何一种来展现

[0071] -在所述组分的组合物中的差异,例如,在包含在不同蛋白质基底组分中的蛋白质的类型及/或纯度水平的差异,及/或包含在不同蛋白质基底组分中的蛋白质的量的差异(即使在一单个制品中不同的蛋白质基底组分都使用相同蛋白质),

[0072] -水份浓度、脂肪浓度及/或不同类型及/或食品工业上已知的食品添加剂(如调味料、着色剂)浓度的差异,

[0073] -所述蛋白质基底组分的质地差异,从而例如一制品内一些蛋白质基底组分可以是高度组织化(优选是纤维状的,优选是基本对齐的纤维状的),以及一些较少组织化,所以它们展现出不同的质地行为。

[0074] -所述蛋白质基底组分的形式的差异,因此在一制品中的一些蛋白质基底组分可以是一凝胶的形式,而在同一个制品中的另一些可以是一面团及/或一乳液的形式。

[0075] 在一些示例中,所述蛋白质基底组分在所述制品的全部所述蛋白质基底的多个片段中为一面团的形式。

[0076] 在一些其他示例中,所述蛋白质基底组分在所述制品的全部蛋白质基底的多个片段中为一凝胶的形式。

[0077] 在一些其他示例中,所述蛋白质基底组分在所述制品的全部蛋白质基底的多个片段中为一乳液的形式。

[0078] 尤其是,取决于蛋白质的类型、所需的物理(优选至少一种质地)特性、与它们组合的其他物质等,所述蛋白质基底组分的蛋白质的量可能会发生变化。又,所述蛋白质基底组

分包含介于5重量%(w%)至60重量%,优选10重量%至40重量%(湿基)蛋白质材料。其余的通常是脂肪、碳水化合物和主要是水或水性基底介质。

[0079] 蛋白质的量可以通过本领域已知的技术确定。例如,使用一特定琼斯因子(Jones factor)的凯氏定氮法(Kjeldahl method)。

[0080] 在本揭露的上下文中,当提到一脂肪基底组分时,应理解为包含水和亲脂性材料的物质的一组合物。

[0081] 所述脂肪基底组分可包含多种乳化剂,例如蛋白质,以及本领域已知的其他乳化剂。

[0082] 所述肉类似物内的所述脂肪基底组分是用于模仿动物脂肪组织,因此被设计和构造成具有一动物脂肪组织的特性,例如在加热下的质地和液体释放特性。具体而言,在动物肉的典型烹饪条件下,融化的脂肪逐渐从所述脂肪基底组分释放出来,使得所述脂肪基底组分保有其整体结构完整性(即它可能会在一定程度上收缩但不会完全从所述制品融化出来)。所述脂肪基底组分可以包括一或多种亲脂性化合物以构成所述亲脂性材料,与其他非亲脂性材料例如蛋白质组合。然而,当提及一脂肪基底组分时,应理解为除了水之外,所述亲脂性材料构成所述组分的大部分。

[0083] 术语亲脂性材料应理解为涵盖一单个类型或组合的亲脂性化合物。应当理解,一亲脂性化合物是能够溶解在脂肪、油类、脂类和非极性溶剂中的一种化合物,并且在本揭露的上下文中,所述亲脂性材料一般可以包括但不限于脂肪酸、脂肪醇、油类、脂类、黄油和脂肪的任何一种或其组合。

[0084] 在一些示例中,所述脂肪基底组分包含一或多个亲脂性化合物。

[0085] 所述亲脂性材料可以是人类使用或消费上可接受和安全的任何来源。

[0086] 在一些示例中,所述亲脂性材料来自一非哺乳动物来源。一非哺乳动物来源可包括但不限于合成或半合成的亲脂性化合物、植物来源。

[0087] 在一些示例中,所述亲脂性材料包含植物衍生的亲脂性化合物。

[0088] 在一些示例中,所述亲脂性材料包含至少一种油,特别是植物衍生油。植物衍生油的一非限制性列表包括玉米油、橄榄油、大豆油、花生油、核桃油、杏仁油、芝麻油、棉籽油、菜籽油(rapeseed oil)、芥花油(Canola oil)、红花油、葵花籽油、亚麻籽油、藻油、棕榈油、棕榈仁油、椰子油、巴巴苏油(babassu oil)、小麦胚芽油和米糠油。

[0089] 在一些示例中,所述亲脂性材料至少包含黄油。可以在亲脂性材料中使用的食用黄油的一非限制性列表包括乳木果油、芒果黄油、可可黄油和麻黄脂(kukum butter)。

[0090] 在一些示例中,所述亲脂性材料包含至少一种脂肪酸(饱和的和不饱和的)。在一些示例中,所述脂肪酸是C6-C24(6个碳至24个碳)饱和或不饱和脂肪酸。

[0091] 在一些示例中,所述亲脂性材料包含脂肪材料,例如但不限于甘油酯(甘油单酯、甘油二酯、甘油三酯)。一甘油三酯的一特定而非限制性示例是卵磷脂或溶血卵磷脂。

[0092] 在一些示例中,所述亲脂性材料是重组或非重组地衍生自藻类、真菌或微生物(例如,古生菌)的一种材料。

[0093] 在一些示例中,所述亲脂性材料衍生自动物来源,或含有与动物基底材料一致的重组衍生制品。不限于此,所述亲脂性材料可以直接衍生自动物或从动物细胞培养物中提取。示例包括但不限于是猪脂肪(猪油)、牛脂肪、鸡脂肪、鸭脂肪。

[0094] 在一些示例中,所述脂肪基底组分可以含有脂肪取代品,例如用以减少所得制品的卡路里。脂肪取代品是本领域已知的并且可以被划分为四个类别,碳水化合物基底(例如,纤维素、糊精、改性淀粉、水果基底纤维、谷物基底纤维、水胶体胶、麦芽糊精、果胶)、蛋白质基底(例如,微粒蛋白、改性乳清蛋白浓缩物)、脂肪基底(例如,改变的甘油三酯、蔗糖聚酯、酯化丙氧基化甘油)和其组合[Position of the American Dietetic Association: "Fat replacers". Journal of the American Dietetic Association. 105 (2): 266-275. 2005,其内容以引用方式并入本文]。

[0095] 在一些示例中,所述脂肪基底组分包含亲脂性材料,所述亲脂性材料在30℃下具有介于3,000和1,000,000厘泊(cP)之间、有时介于10,000和300,000厘泊之间的一黏滞性。

[0096] 在一些示例中,所述脂肪基底组分包含具有在30℃至80℃范围内的一熔点温度的亲脂性材料。

[0097] 在一些示例中,所述脂肪基底组分包含一油凝胶或有机凝胶。

[0098] 可以理解,根据液相的极性,凝胶可分类为水凝胶、乳胶及油凝胶/有机凝胶。当凝胶液相是水时,所述凝胶被称为水凝胶,如果一乳液被凝胶化,则一双相制剂被定义为一乳胶。

[0099] 如果分散液是一植物油、矿物油或有机溶剂,并由一有机凝胶剂构成,则所述凝胶被称为一油凝胶/有机凝胶。

[0100] 在食品工业中,开发了油凝胶来修饰油类的物理特性,使其与脂肪相似,从而使需要一特定质地和流变学的食物制品与油结合。所述油凝胶基于将特定分子如聚合物、两亲物、蜡合并至油中,这些分子会改变油的物理特性,从而降低其流动性。

[0101] 一般的油凝胶和食用油凝胶是本领域已知的,并且在本揭露的上下文中,被选定以提供具有所需质地及流变学的所述脂肪基底组分,其模拟动物肉的脂肪组织。更具体地说,食用油凝胶由一食用液相组成,所述食用液相被一结构剂网络包裹,最终导致一凝胶的形成。

[0102] 油凝胶可以定义为半固体体系,具有由一疏水液体(如一植物油)制成的一连续相,其中一自组装网络(由所述结构剂组成)负责所述液体的物理截留。根据所需的物理特征和食品类型的应用,可生产不同特性的油凝胶。结构构象取决于所用结构剂的类型,这将主宰所述油凝胶想要的最终应用[Martins, A.J., Vicente, A.A., Cunha, R.L., & Cerqueira, M.A. (2018). Edible oleogels: an opportunity for fat replacement in foods. Food & Function, 9 (2), 758-773. Doi: 10.1039/c7fo01641g,其内容通过引用并入本文]。

[0103] 用于食用油凝胶的结构剂的一非限制性列表包含乙基纤维素(EC)、天然蜡(植物和动物)以及天然树脂、植物甾醇(phytosterols)和谷维素(oryzanol)、脂肪酸衍生物及卵磷脂。

[0104] 在一些示例中,所述结构剂是乙基纤维素。在一些示例中,所述油凝胶是通过加热乙基纤维素与食用植物油例如食用三酰甘油,在一温度为80℃至300℃的范围内,通常在惰性气氛下以US2015/0157038中所述的方式混合而形成的,其内容以引用方式并入本文。

[0105] 在一些示例中,所述结构剂是一天然蜡,如小烛树蜡、向日葵蜡、巴西棕榈蜡、米糠蜡、蜂蜡和虫胶蜡。[Martins, A.J et al. 2018 ibid.]。

[0106] 所述结构剂和油之间的比率可以变化,且在一些示例中,重量比在99:1至75:25的

范围内。

[0107] 本领域提供了多种类型的油凝胶,包括但不限于,结晶颗粒油凝胶、结晶纤维油凝胶、聚合股线油凝胶、颗粒填充网络油凝胶,以及液体结晶中间相油凝胶。

[0108] 所述结晶颗粒类别的油凝胶可以由液体三酰甘油形成,它被困在结晶三酰甘油颗粒的网络中。这些油凝胶的机械特性取决于晶体颗粒的尺寸、形状和其间的相互作用。此类别中常见的结构剂包括二酰甘油、单酰甘油、脂肪酸、蜡酯类/脱水山梨糖醇单硬脂酸酯、卵磷脂/脱水山梨糖醇三硬脂酸酯,以及神经酰胺。

[0109] 油凝胶的结晶纤维类别可以包括低分子量并且能够自组装成原纤维网络的结构剂。

[0110] 聚合股线油凝胶可由例如纤维素、淀粉、明胶等生物聚合物形成。

[0111] 当一连续的液体(例如油)相中充满固体或液体颗粒时,可以形成颗粒填充的网络油凝胶。颗粒填充的网络油凝胶要求固体/液体颗粒作为惰性颗粒并且必须以高浓度存在。当所述颗粒超出紧密堆积分率时,所述网络由它们之间的机械接触形成。当所述惰性颗粒为固体时,所述网络形成一悬浮体系,但当所述惰性颗粒为液体时则形成一乳液。这种网络体系的一个示例是花生酱,其中所述体系的大约50%的重量可以是分散在花生油中的固体非脂肪颗粒。

[0112] 一液体结晶中间相体系是另一种可以在本揭露的上下文中使用的油凝胶网络。一液体结晶中间相体系由支架在油中形成,所述支架以油为连续相,且在所述连续相中有液体晶体空间。

[0113] 根据本揭露(见下文构成本揭露部分的示例)使用的一油凝胶的一示例通过混合乙基纤维素和植物油(重量比约1:2)得到。

[0114] 在一些示例中,所述脂肪基底组分包含一乳液。所述乳液可以是一油包水乳液、一水包油乳液以及一油包油乳液。在一些情况下,为了促进一乳液的形成,所述脂肪基底组分包含一或多种乳化剂。

[0115] 一脂肪基底的片段中的脂肪的量可以变化。在一些示例中,在制品的一湿样品中,即在含有一脂肪基底组分的所述样品中已经主动去除水或湿气的情况下,亲脂性材料的量在所述湿样品的重量的20w%至100w%之间的范围内。在一些优选示例中,包含所述脂肪基底组分的一湿样品包含60w%至97w%之间的亲脂性物。

[0116] 一脂肪基底组分内的亲脂性材料的量可以通过本领域已知的技术确定。例如,一溶剂提取-重量法及/或气相色谱法(GC)。

[0117] 本文所公开的肉类似物的特征在于,其中如所述蛋白质基底组分及所述脂肪基底组分等组分的一非均质分布。术语“非均质分布”应理解为表示制品可以含有在它们的组合中彼此不同的多个片段。

[0118] 如本领域已知的,本揭露的肉类似物的非均质性或缺乏均质性可以通过一肉替代品的尺寸和偏差值来定义。

[0119] 此外,可以制品的各种组分展现非均质性,包括所述蛋白质基底组分、所述脂肪基底组分、水基底组分(如下所述)以及其他组分如着色剂、调味剂等的分布,以增加与一真正的完整肌肉厚片的相似性。

[0120] 例如,在图1A至1B所示的一肉厚片中,可以使用空间维度来定义,考虑到其宽度轴

线(“w”,也称为XP轴线)、高度轴线(“h”也称为Z轴线)或长度轴线(“L”,平行于股线方向,也称为P轴线)。

[0121] 基于三个不同轴线的尺寸,可以将一厚片定义为一小厚片、中厚片或大厚片。

[0122] 例如(数字指厘米):

[0123]	厚片尺寸	L	h	W
	小	5-30	5-10	8-12
	中	10-50	10-15	12-20
	大	30-100	15-30	20-40

[0124] 因此,当定义一肉排(steam)尺寸时,指的是其长度、高度和宽度尺寸。具体来说,一肉排通常是垂直于P轴线从一肉厚片切下的,这样所述厚片的宽度和高度与切下的相同,但长度数值(即肉排厚度)通常为0.5至10厘米,无论所述厚片是大、中还是小厚片。

[0125] 然后通过以下任一定量参数/数值进一步定义所述厚片均质性特征:

[0126] 高分辨率偏差:

[0127] 沿着所述肉替代品厚片取下一切片,垂直于打印方向(P)。所述切片区域被划分为2mm\*2mm的单元格尺寸的虚拟网格。在每个2mm\*2mm的单元格处测量所述脂肪组分的百分比。

[0128] 获取这些百分比的标准偏差,并通过将这些百分比除以最大可能的标准偏差来计算一比率,当所有单元格包含100%或0%的测量成分时获得所述最大可能的标准偏差。所述比率被指定为所述高分辨率偏差。

[0129] 如果每个单元格的百分比为 $V_i$ ,则高分辨率偏差为:

$$[0130] \frac{\sqrt{\langle V_i^2 \rangle - \langle V_i \rangle^2}}{\sqrt{\langle V_i \rangle - \langle V_i \rangle^2}}$$

[0131] 其中 $\langle \rangle$ 表示平均值。

[0132] 这种偏差的高值指向被测材料的口袋(如脂肪口袋(fat pockets)),而低值则指向一更均质性的质地。

[0133] 中分辨率偏差:

[0134] 以与高分辨率偏差相同的方式计算,但一单元格尺寸为1cm\*1cm。

[0135] 低值说明口咬之间的均质性,并且是一些制品类型的优选。例如,一汉堡优选是具有低偏差,以便在每一口中保持相同浓度的脂肪口袋。碎肉制造不能达成低偏差,而3D打印可以。

[0136] 低分辨率偏差:

[0137] 以与高分辨率偏差相同的方式计算,但一单元格尺寸为4cm\*4cm。

[0138] 一般所述低分辨率偏差低于中分辨率,且所述中分辨率低于所述高分辨率。

[0139] 制品方向性:

[0140] 沿XP/Z平面(垂直于打印方向P)截取制品的一切片。所述切片区域被划分为宽度为1cm的多个虚拟列,所述列沿着一特定方向。在每一列测量脂肪的百分比。

[0141] 计算标准偏差,按总投影长度加权(长度取决于制品形状)

$$[0142] \quad D_i = \sqrt{\frac{\sum(V_i^2 \cdot L_i)}{\sum L_i} - \frac{\sum(V_i \cdot L_i)}{\sum L_i}}$$

[0143] 其中Vi是投影值,Li是总投影长度。

[0144] 此偏差是针对多个方向计算的,其中列与XP轴线的角度为:0°到170°,以10°为阶段。所有方向(Di)的数值的调制是所述制品方向性。

[0145] 计算调制如下:

$$[0146] \quad \frac{Max(D_i) - Min(D_i)}{Max(D_i) + Min(D_i) + 0.5}$$

[0147] 其中将一常数添加到分母以克服所述脂肪组分在低浓度时Di的自然变化。

[0148] 虽然全层制造方法给予制品具有高方向性,但打印方法可以获得低方向性。

[0149] 局部方向性:

[0150] 沿XP/Z平面(垂直于打印方向P)截取所述制品的一切片。所述切片区域被划分为1mm\*1mm单元格的虚拟网格。

[0151] 对于位在从所述制品边界至少1cm的每个单元格,计算一局部方向性。将2\*2cm大小的单元格附近投影到几个方向上(0°到170°,以10°为阶段),以与所述制品方向性相同的方法,计算每个方向的标准偏差并找到调制。

[0152] 减去0.035的一校正因子,以克服被测组分的随机浓度的方向性。

[0153] 最后,将所述数值乘以所述单元格附近(在一半径2cm内)的所述脂肪组分(Ci)的平均浓度。

$$[0154] \quad \text{局部单元格方向性}_i = \left( \frac{Max(D_i) - Min(D_i)}{Max(D_i) + Min(D_i)} - 0.035 \right) * C_i$$

[0155] 在计算所有单元格的局部单元格方向性后,取全部的平均值并除以整个制品的所述脂肪组分的浓度。

[0156] 制品扩散(Product spread):

[0157] 此数值衡量含有高百分比的所述脂肪组分的区域的扩散。

[0158] 在高分辨率偏差中,沿XP/Z平面(垂直于打印方向)取所述制品的一切片,并将其划分为2mm\*2mm单元格尺寸的虚拟网格。如果所述区域包含大部分(>50%)的被测组分,则所述单元格被指定为正,否则指定为负。

[0159] 所述制品扩散被定义为正的单元格的加权平均距离,计算公式为

$$[0160] \quad \frac{\langle \sum_{j \text{ 为正}} e^{\frac{-i \text{ 与 } j \text{ 单元格之间的距离}}{1 \text{ cm}}} \rangle_{i \text{ 为正}}}{137.83}$$

[0161] 其中137.83因子是一单个单元格的加权距离总和。

[0162] 高扩散意指被测组分以1到几厘米大小的大束排列。这可能是在具有大面积脂肪

的蛋白质制品(以模拟肉排和带有装饰的制品)上。

[0163] 为便于说明,将本揭露的数码打印的肉类似物与不涉及数码打印的其他技术制作的现有技术肉类似物进行了一比较。

[0164] 表1A提供了各种检查的替代品肉制品的一描述,包括本文公开的示例性3D打印的肉替代品(由缩写RdM标识),以及参数的定性值,而表1B提供了这些示例性3D打印的肉替代品的定量值,两个表都显示本揭露主题所述肉类似物的非均质性,相对于本领域已知的其他方式生产的肉替代品的均质性。关于表1A和1B中讨论的示例性3D打印的肉替代品,还参考图13A至13H。

[0165] 表1A:不同生产技术的制品的结构异质性定性值

[0166]	结构异质性定性比较	偏差 [高]	偏差 [中]	偏差 [低]	扩散	方向性	局部方向
	单组分 3D 打印的肉类似物	低	低	低	NA	低	非常低
	碎肉类似物	高	中	低	低	低	低
	成型肉类似物	高	高	高	高	高	高
	RdM 汉堡类似物	高	低	非常低	非常低	低	低
	RdM 装饰肉类似物	高	中	低/中	中	低	低/中
	RdM 肉排类似物	高	中	中	低	中-低	中/高
	RdM 和牛肉排类似物	高	中-低	低	高	中-低	中/低

[0167] 表1B:图13A至13H绘示的公开制品的偏差值

[0168]

结构异质性 数值	图号	偏差 [高]	偏差 [中]	偏差 [低]	扩散	方向性
RdM 装饰肉 类似物	13A	0.939	0.657	0.250	0.296	0.170
RdM 肉排类 似物 1	13B	0.889	0.637	0.147	0.152	0.166
RdM 肉排类 似物 2	13C	0.920	0.711	0.209	0.205	0.147
RdM 肉排类 似物 3	13D	0.942	0.800	0.365	0.271	0.284
RdM 肉排类 似物 4	13E	0.805	0.493	0.228	0.177	0.159
RdM 肉排类 似物 5	13F	0.869	0.592	0.156	0.151	0.164
RdM 汉堡类 似物	13G	0.860	0.464	0.114	0.043	0.044
RdM 和牛肉 排类似物	13H	0.771	0.368	0.276	0.359	0.171
权利要求		RdM>0.7	0.36<RdM< 0.9	RdM<0.4	RdM>0.1	RdM<0.4

[0169] 表1A中所示的数据表明,本文公开的3D打印的制品拥有不同于本领域已知的其他肉类似物制品的独特结构异质性特征。

[0170] 表1B中的数据提供了代表性/示例性3D打印的制品的计算值,如图13A至13H所示。表1B还提供了涵盖本文公开的所述制品的特性的每个参数的一个范围。因此,根据本揭露的一些示例,本文公开的一肉类似物将满足至少一个,有时是上述参数的范围的组合。

[0171] 在一些示例中,本文公开的所述肉类似物具有大于0.5,优选大于0.7的一偏差[高]。

[0172] 在一些示例中,本文公开的所述肉类似物具有介于0.2与0.95之间,优选介于0.36与0.9之间的一偏差[中]。

[0173] 在一些示例中,本文公开的所述肉类似物具有小于0.6,优选小于0.4的一偏差[低]。

[0174] 在一些示例中,本文公开的所述肉类似物具有大于0.05,优选大于0.1的一扩散。

[0175] 在一些示例中,本文公开的所述肉类似物具有小于0.6,优选小于0.4的一方向性。



[0176] 在一些示例中,本文公开的所述肉类似物展现以上所有参数,它们共同代表了本文公开的所述肉类似物的一独特特征。

[0177] 在一些附加示例中,所述肉类似物的特点可以是所述制品的可重复性,这强调了生产具有相同结构的多种制品的能力,无论是从同一厚片上切割还是在不同的厚片之间切割时。可重复性定义如下:

[0178] 制品可重复性:

[0179] 制品可重复性衡量两个相同类型制品之间的变化量。

[0180] 在高分辨率偏差中,沿XP/Z平面(垂直于打印方向P)取所述制品的一切片,并划分成大小为1mm\*1mm的单元格的虚拟网格。在每个单元格中测量每种组分(蛋白质、脂肪、其他)的百分比。

[0181] 然后对另一切片(来自同一或不同的厚片)进行相同的操作,并确定2个切片的相应单元格的差异,并计算所述差异的标准偏差。

[0182] 制品可重复性是标准偏差与2个制品所有组分百分比的平均值的比率。

[0183] 如果第一个切片中每个单元格的百分比为 $V_i$ ,第二个切片中的每个单元格的百分比为 $W_i$ ,则制品可重复性为

$$[0184] \quad 1 - \frac{\sqrt{\langle (V_i - W_i)^2 \rangle - \langle V_i - W_i \rangle^2}}{(\langle V_i \rangle + \langle W_i \rangle)/2}$$

[0185] 在一些情况下,需要高可重复性,以便每次生产相同的制品。这种可重复性无法通过随机生产(如融合或混合)来实现,但可以通过3D打印来实现。在其他情况下,为了模拟真的肉制品,需要低重复性,而3D打印也可以提供这个,由于其控制所述制品中各种组分的分布的能力。

[0186] 注意到可以在整个厚片上计算这些偏差,同时使用体积(3D)单元格而不是面积(2D)单元格。

[0187] 在表1C中给出计算出的可重复性值,同时列标题表示3D打印系统在XP和Z轴线两者的预期不准确性。

[0188] 表1C:肉类似物可重复性

[0189] 结构	0.4毫米	1毫米	2毫米
装饰肉类似物	0.986	0.944	0.873
RdM肉排类似物1	0.985	0.944	0.887
RdM肉排类似物2	0.987	0.950	0.893
RdM肉排类似物3	0.990	0.962	0.911
RdM肉排类似物4	0.986	0.945	0.894
RdM肉排类似物5	0.984	0.939	0.879
RdM汉堡类似物	0.987	0.948	0.873
RdM和牛肉排类似物	0.990	0.956	0.915
权利要求	RdM>0.98	RdM>0.93	RdM>0.87

[0190] 因此,在一些示例中,本文公开的所述肉类似物具有大于0.8,有时大于0.85,有时大于0.9的一可重复性准则。

[0191] 进一步指出,如果大部分厚片切割符合表1C中列出的可重复性准则,则表明脂肪元件在P方向上有实质的取向,并且通常是RdM3D打印的肉排类似物的特征。

[0192] 本文公开的所述肉类似物包含至少蛋白质基底组分和一脂肪基底组分,并且以展现一各向异性的物理(特别是质地)轮廓相对于至少一物理参数的一种方式构建,当后者是从所述制品的一对称样品(例如,立方)的三个不同的、本质上正交方向(例如,它们之间的 $80^{\circ}$ 至 $100^{\circ}$ )上测量制品时。这种不对称的物理(或更具体是质地)轮廓被称为所述制品的一各向异性的物理(质地)特性。

[0193] 在本揭露的上下文中,应当理解,术语“立方样品”是指从一肉替代品制品取一样品,通过沿三个不同的本质上正交的方向进行切割,具有至少一第一切割轴线沿着所述蛋白质纤维的平均方向,以及其他切割沿着垂直于所述第一切割轴线的任何轴线。在这方面,还参考了图1A和图1B,图1A和图1B示出了一肉厚片中的正交轴线。根据图1A和1B,立方样品的切割包括至少一个沿长度轴线L(P轴)的切割。

[0194] 在本揭露的上下文中,要理解的是,当在至少0.5毫升(cc)的所述制品的一样品中测量所述物理特性时,在三个本质上不同的正交方向上,所述制品的一各向异性的物理特性在数值上展现至少10%,有时至少20%,有时至少50%的差异,如下文进一步解释。

[0195] 在本文公开的纤维肉类似物的特定非限制性示例中,更具体地,基本上对齐的纤维肉类似物中,各向异性达到其最大值的轴线是沿平均纤维方向的轴线和垂直于前者的任何轴线。

[0196] 在本文公开的一打印的肉类似物的特定非限制性示例中,各向异性达到其最大值的轴线是沿打印方向P的轴线(通常类似于基本对齐的纤维肉类似物中的平均纤维方向),以及垂直于P轴线的任何轴线,即XP-Z平面内的任何轴线。

[0197] 可以表征本文公开的肉类似物的各向异性物理特性的示例的非限制性列表包括热导率、电导率、弹性模量、剪切模量、屈服强度和食品技术领域中的已知的质地特性,如咀嚼性、粘性、硬度、杨氏模量、凝聚力和粘附性。这些特性中的任何一个都可以独立使用或以以任何组合使用来定义本文公开的所述肉类似物。

[0198] 在一些示例中,所述各向异性的物理特性是一种各向异性的质地特性,如下文进一步所讨论的。

[0199] 在各向异性食品的情况中,所述食品材料/制品的特性取决于方向。众所周知,肉类是一种各向异性的食物,因为其纤维本质。例如,当以平行于纤维与垂直于纤维测量时,纤维束的存在会导致牛肉中质地剖面及热导率的不同数值。

[0200] 例如,在生肉和煮熟的肉中,沿一肉肌纤维方向的抗拉强度(拉伸断裂应力)远大于与在直角的拉伸强度。煮熟的肉的韧性,通过驱使一钝刀片穿过肉所需的力来衡量,在切割肌肉纤维时比沿着它们更大。[J.M.V.Blanshard,J.R.Mitchell“Food Structure:its creation and evaluation”,第234页(1988年,其内容以引用方式并入本文)]

[0201] 在一些情况下,本文公开的所述肉类似物模拟所述各向异性的特性,例如真肉的质地行为。

[0202] 在一些示例中,所述各向异性的物理特性是一质地特性,如硬度、粘性、咀嚼性、杨氏模量、凝聚力和粘附性,各自构成表征本揭露制品的一个独立实施例。

[0203] 通过本领域已知的技术,例如,使用如下进一步讨论的质地剖面技术,来确定所述

各向异性的质地剖面。

[0204] 所述肉类似物还可以包含其他组分。

[0205] 在一些示例中,所述肉类似物还包含一第三组分,其在本文中可互换地通过术语指一水基底或水性基底或湿气组分。此组分包含水溶液或水基底凝胶,其携带各种溶质及/或悬浮/分散材料,如着色剂、盐、增稠剂、填充剂、稳定剂、乳化剂等,如下文进一步详述。

[0206] 不受其约束,所述水基底组分被构造为用作动物肌肉液体的替代品。

[0207] 在一些示例中,当从所述制品的至少0.5cc的至少一个样品中提取时,所述制品中的所述水基底组分包含介于70w%至97w%之间的一水量。

[0208] 所述水基底组分的水含量可以从来自所述制品中的“口袋”提取的水基底组分的样品来确定,其中所述水基底组分被固定,提供这样的口袋够大以从所述制品取样。然后可以使用TGA(热重分析仪)来分析此类水基底组分。此外,可以通过执行一超级/超光谱成像来确定一般水含量和位于所述口袋内的所述水基底组分内的水含量,显示所述蛋白质之间的高水含量区间。

[0209] 在一些示例中,所述水基底组分在15℃至80℃的范围内的温度呈一凝胶的形式,有时在20℃至65℃的范围内。这可以从取自大于约0.5毫米的口袋的样品中确定,通过测量一流变特性,例如,储能模量, $G'$  随温度范围变化(例如,温度扫描法)。

[0210] 在一些示例中,所述水基底组分包含以下食用添加剂中的任何一种或组合:

[0211] 着色剂:包括但不限于胭脂树红提取物、焦糖、麦芽提取物、甜菜提取物、接骨木提取物、番茄红素、辣椒粉、姜黄、螺旋藻提取物、类胡萝卜素、叶绿素、花青素和甜菜苷;有时,所述着色剂也可以是一天然着色剂,例如来自植物、来自酵母或来自细胞培养物,例如血红素。

[0212] 乳化剂和稳定剂:包括但不限于,豌豆提取物、芥末、卵磷脂、纤维素、土豆蛋白提取物。所述乳化剂和稳定剂有时被视为一组织化剂。

[0213] 酸化剂:包括但不限于醋、乳酸、柠檬酸、酒石酸、苹果酸和富马酸。

[0214] 调味剂:包括但不限于味精、植物提取物、黑胡椒、酵母提取物、盐、芳香油;

[0215] 增稠剂:包括但不限于多糖和半乳甘露聚糖,如淀粉、改性淀粉、麦芽糊精、角叉菜胶、瓜尔豆胶、褐藻糖胶、琼脂、谷物面粉混合物、羧甲基纤维素、果胶、刺槐豆胶以及三仙胶。所述增稠剂有时被视为一组织化剂。

[0216] 抗氧化剂:包括但不限于抗坏血酸、迷迭香提取物、天冬氨酸、槲皮素和生育酚;

[0217] 膳食强化剂:包括但不限于氨基酸、矿物质;

[0218] 防腐剂:包括但不限于羟基苯甲酸盐、亚硝酸盐、硝酸盐、山梨酸、山梨酸钠、山梨酸盐乳酸、芹菜提取物、丙酸、苯甲酸和丙酸钠;

[0219] 维生素:包括但不限于烟酸、维生素B12;

[0220] 甜味剂:包括但不限于甜菊糖、三氯蔗糖、糖醇、蔗糖、葡萄糖、果糖和阿斯巴甜。

[0221] 在一些示例中,所述水基底组分包含至少0.5w%的增稠剂或胶凝剂。

[0222] 在一些示例中,所述制品包含作为所述水基底组分的一部分的改性淀粉。

[0223] 在一些示例中,所述制品包含作为所述水基底组分的一部分的麦芽糊精。

[0224] 在一些示例中,所述制品包含作为所述水基底组分的一部分的琼脂。

[0225] 应注意的是,上述添加剂中的任何一种或组合也可包含在所述蛋白质基底及/或

脂肪基底组分中。

[0226] 根据一些示例,本文公开的所述肉类似物还包含至少一种粘结/粘合剂。

[0227] 在本发明的上下文中,一粘合剂是有助于所述制品的完整性的任何物质,即确保及/或保持制品的凝聚力及/或结构稳定性。

[0228] 凝聚力描述一食物在第一次和第二次咀嚼之间保持其形态的程度。肉类具有高的凝聚力,而例如桃子则具有低的凝聚力。此凝聚力值与所述食物制品的拉伸和压缩强度直接相关。

[0229] 在一些示例中,所述粘合剂为麸质中的任意一种或组合,例如小麦麸质、蛋清、胶制以及水胶体、酶、交联胶凝剂和淀粉。

[0230] 在一些示例中,这些酶属于催化二硫键及/或异肽键形成的类型。在一些示例中,所述酶是转谷氨酰胺酶。

[0231] 在一些示例中,所述粘合剂包含一水胶体。水胶体已经用于肉类制品中以改善功能特性,且有时还可以弥补脂肪减少、盐分减少和冷冻/解冻过程的不良影响。

[0232] 在本揭露的上下文中,所使用的所述水胶体可以含有一单个类型的水胶体,例如但不限于角叉菜胶、藻酸盐(例如海藻酸钙)、魔芋胶、亚麻胶或刺槐豆胶。

[0233] 在一些示例中,所述水胶体由多种物质组合而成,产生协同作用,例如上面列出的那些。

[0234] 所述粘合剂可以并入所述制品的任何组分中及/或它可以存在于由不同组分形成的多个片段之间。

[0235] 在一些示例中,所述粘合剂,例如,水胶体,是所述蛋白质基底组分的一不可分割的部分。

[0236] 在一些示例中,所述肉类似物包含所述脂肪基底组分的口袋/区域及/或所述水基底组分的口袋。在这种背景中,“口袋”表示一片段,主要是或本质上由所述脂肪基底组分或水基底组分所组成的,所述片段本质上或甚至完全被所述蛋白质基底组分包围/包裹。不受理论的束缚,假设在烹饪过程中或以其他方式操纵制品的过程中,所述脂肪及/或水基底组分本质全部(超过90%)或甚至完全使用一蛋白质基底组分包裹,以防止所述制品在加工过程中渗漏所述亲脂性及/或水基底组分,从而保持所述制品的多汁及/或口感。关于这方面,参见下面的示例11和12。

[0237] 在一些示例中,可以通过在组分之间创建凹槽及/或颜色对比(例如,蛋白质组分与脂肪组方)在所述制品(所述肉厚片)的外部形成标记,这将表明所述制品应该被切割的优选位置,以避免切穿这种口袋。就此而言,参见示例性的图7D至7F。

[0238] 在一些示例中,所述肉替代品的构造使得整个打印制品,如肉厚片从部分或所有方向(圆周方向)“涂覆”有一蛋白质组分,以便将所述制品固定在一起并防止可能的崩塌。就此而言,请参见3D组装计划#1和组装计划#7的示例。

[0239] 在此公开的所述肉类似物可以由一合格的传感器面板及/或仪器如一质构仪(也称为质地剖面分析仪-TPA)定义的值表征。所述质构仪对一制品样品进行两次压缩的地方进行一试验,分析力-时间曲线,为所述样品提供质地剖面分析(TPA)参数。已经开发了用于评价所述样品的硬度、脆性、咀嚼性、粘性、凝聚力和粘附性的水平的量表,如一感官面板感知的,甚至对肉类[Szczesniak et al. The Texturometer-A New Instrument For

Objective Texture Measurement, Journal of Food Science, Volume 28, pp 390-396 (1963), 其内容通过引用并入本文]。

[0240] 下面根据以下条件进行TPA测试:

[0241] 从一3D打印的厚片切割一20x20x20毫米的试样,同时保持平面垂直正交于所述厚片轴线系统(P/XP/Z,在图1A至1B中绘示为L/w/h)。

[0242] 仪器:LL0YD检测机,配备有100N测力盒

[0243] 测试设置:一20x20x20毫米试样在两个平行板(室温下)之间以90毫米/分钟的速率在两个压缩循环中压缩50%,间隔为3秒延迟。提取了以下主要参数:

[0244] -杨氏模量

[0245] -凝聚力

[0246] -硬度(第一峰及第二峰)

[0247] -咀嚼性

[0248] 所述肉类似物在结构上、组成上和质地上类似于一整个肌肉的肉部分。因此,它可以以代表一大部份食品的一厚片的形式被提供,这些食品可以切片以制作肉排,类似于牛肉或其他已知肉类似物制品的原始切割,或以一切片部分的形式提供,例如,肉排部分。

[0249] 在一些示例中,所述肉类似物被打印成一整个厚片,以便稍后切片成肉排及/或成任何其他想要的形式(例如,炖菜用的矩形块)。

[0250] 所述肉类似物可以接着根据传统的烹饪方法进行加工,包括油煎、煮沸、切碎、烹煮等。

[0251] 本揭露还提供了一种制造如本文所述的一肉类似物的方法。

[0252] 所述方法包含,打印包含本文定义的蛋白质基底组分及脂肪基底组分中的一或二者的多个层。

[0253] 所述打印是根据一预定义的材料/矩阵组装计划,规定不同组分的分配方式,从而提供具有以下任何一个特征的一肉类似物:

[0254] 所述肉类似物中的一或多个片段,主要包含或本质上由所述蛋白质基底组分组成,所述蛋白质基底组分在化学上区别于所述肉类似物的其他片段,主要包含或本质上由所述脂肪基底组分组成;

[0255] 在所述肉类似物的一立方样品中的一各向异性的物理(优选质地的)特性,且可选地,

[0256] 所述蛋白质基底组分及所述脂肪基底组分的一非均质分布。

[0257] 在本文公开的方法的非限制性示例中,所述各向异性达到其最大值的轴线是由所述打印方向(P)和垂直于前者的任何轴线(例如,XP或Z)定义的轴线。这在基本上对齐的纤维结构存在于所述蛋白质基底组分的情况中更加突出,如本文所公开的,通常沿所述打印(P)方向对齐。

[0258] 本文公开的所述方法可以人工进行,即每一层都是人工施加的,但优选是所述肉类似物的组分的分层是数码实施的,根据一预定义组装计划,控制所述蛋白质基底组分及所述脂肪基底组分相对于彼此的空间分布和分层。

[0259] 在一些示例中,所述方法包含打印多个层,一层在另一层之上,使得每一层包含所述蛋白质基底组分的一单层打印的/沉积的股线。

[0260] 在一些示例中,通过至少喷墨来沉积所述组分中的至少一种。

[0261] 在一些示例中,所述方法包含打印多个层,一层在另一层之上,使得每一层包含所述脂肪基底组分的一单层打印的/沉积的股线。

[0262] 在一些示例中,所述方法包含打印多个层,一层在另一层之上,使得每一层包含所述脂肪基底组分及蛋白质基底组分的一单层打印的/沉积的股线的组合。

[0263] 所述肉类似物可以完全打印,即将所述肉类似物的每一个组分都用打印技术合并到所述肉类似物中。然而,在一些情况下,所述肉类似物的一些组分以不同的方式施加,例如喷涂及/或扩散到一打印层上或一打印层的一部分,浸渍,浸泡等。例如,当存在于所述肉类似物中时,所述粘合剂可以施加到一层上,例如,通过喷涂及/或扩散,一旦所述层的打印完成。

[0264] 在一些示例中,所述方法包含组织化至少所述蛋白质基底组分。所述组织化可以在所述蛋白质基底组分沉积之前、所述蛋白质基底组分沉积期间或之后立即进行。

[0265] 在一些示例中,所述组织化是通过至少挤出所述蛋白质基底组分而获得。需要注意的是,其他组分也可以进行挤出。

[0266] 在一些示例中,在所述打印床上或在先前打印的层上沉积所述组分之前,完整或部分地进行所述蛋白质基底组分的组织化。

[0267] 在一些示例中,在所述打印床上或在先前打印的层上沉积所述组分期间,进行所述蛋白质基底组分的组织化。

[0268] 在一些示例中,在所述打印床上或在先前打印的层上沉积所述组分之后,进行所述蛋白质基底组分的组织化。

[0269] 在后一种情况下,可以利用固化技术进行沉积后的组织化。不限于此,固化可以通过以下任何一种或组合进行

[0270] -施加一粘结剂;上面已经提供粘结剂的非限制性示例。

[0271] -施加一组织化剂,如海藻酸钙体系的情况;

[0272] -暴露于红外光 (IR) 辐射;

[0273] -暴露于紫外光 (UV) 辐射;如汞灯或紫外光LED光源,在350nm和420nm之间产生峰值,利用光引发剂,例如CIBA Irgacure 2959,约0.1%至1% (w/w)。

[0274] -加热或冷却;

[0275] -移除或引入湿气(补液或脱水)。

[0276] 所述固化可以在沉积一整个层之后、在沉积一层的一部分之后、在沉积几层之后或者甚至在完成所述完整肉类似物的打印之后进行。

[0277] 可执行所述固化得到以下任何一种:在所述肉类似物中的不同组分被打印之后固体化,以在打印下一层之前稳定一层;打印之后诱导或促进组织化,以诱导或促进组分的粘结。

[0278] 在一些示例中,所述组分的打印是以一股线的形式。在一些示例中,所述股线具有一无量纲纵横比 (L/D) 或一中值无量纲纵横比 (L/D)<sub>median</sub> 范围为10至10,000,优选为50至1000,更优选为100至500,L为股线长度,且D为股线直径。

[0279] 在一些示例中,所述肉类似物是通过打印所述蛋白质基底组分而获得,及施加至少一部分其他的,非蛋白质基底组分如所述脂肪基底组分(即不是通过打印本身)。

[0280] 在一些示例中,至少一些非蛋白质基底组分通过将已经打印的蛋白质基底组分浸入或浸泡在另一个组分中来施加,后者是流体形式。例如,可以将已经打印的多个层浸入一液态/熔化的脂肪基底组分及/或水基底组分中,从而通常在其固体化之前填充到蛋白质基底组分的多个片段之间的间隙。

[0281] 在一些示例中,至少一些所述非蛋白质基底组分通过将其其他组分喷涂及/或扩散在已经打印的蛋白质基底组分上进行施加。例如,可以将具有粘合的一主要功能的所述水基底组分(血液取代)及/或其他组分喷涂及/或扩散及/或分配(例如,粉末)在已经打印的多个层上,所述层包含至少所述蛋白质基底组分,但通常也有脂肪基底组分。

[0282] 在一些其他示例中,当这些组分为干粉末及/或聚集体形式时,至少一些所述非蛋白质基底组分分散在一现有层或其一部分上,并且只在粉末上分配一水溶液(无论是水,或包含想要的成分的溶液)在非蛋白质组分想要沉降的位置处。一旦水合的非蛋白质组分沉降到位,就可以通过任何可用的方式去除剩余的粉末。

[0283] 在一些示例中,所述多个层的打印使得所述分层的3维肉类似物的至少一外表面没有所述含水组分和所述含脂肪组分中的至少一或两种。

[0284] 在一些示例中,所述多个层的打印使得所述分层的3维肉类似物的所有外表面(即整个周围)没有所述含水组分和所述含脂肪组分中的至少一或两种。

[0285] 在一些示例中,所述多个层的打印使得所述分层的3维肉类似物的一内部,相对于在一或所述至少一外表面上的所述含水组分的一浓度,含有一更高浓度的所述含水组分。

[0286] 在一些示例中,所述多个层的打印使得所述分层的3维肉类似物的一内部,相对于在一或所述至少一外表面上的所述含脂肪组分的一浓度,含有一更高浓度的所述含脂肪组分。

[0287] 所述多个层的打印优选使用3D打印机实施。所述方法可以使用市售的3D打印机来执行,所述3D打印机经过修改以允许打印至少所述蛋白质基底组分的多条股线。仅出于说明的目的,可被本发明的所述方法采用的一3D打印机的多个元件在图2中提供。

[0288] 具体地,图2示出了一3D打印机系统100、一3D打印机110,包括罐、墨盒或容器112A、112B及112C,包含要打印到一打印床114上的不同组分。例如,所述三个容器112A、112B及112C可分别包括一蛋白质基底组分P、一脂肪基底组分F,及/或一血液取代品(水基底组分)B。

[0289] 在容器112A、112B和112C内的组分通过专用的喷嘴单元116A、116B和116C被分配到所述打印床114上。不同的喷嘴单元与电动机驱动的柱塞/螺旋钻挤出机118A、118B和118C相关联。

[0290] 打印床114垂直设置在3D打印机110下方并且沿一水平X-Y平面对齐。此外,所述3D打印机110可操作以水平移动打印床114。

[0291] 图2还示出了每个喷嘴单元116A、116B和116C,包含前面的元件118A、118B和118C,被配置为在从相关联的喷嘴116A、116B和116C中赶出各自的组分之前加工各自的组分。虽然未具体示出,但元件118A、118B和118C可包含由一电动机(未示出)可操作的挤出元件,所述电动机施加压力以推动一柱塞,继而将所述被挤出的组分推过一喷嘴,优选地以一期望的速率。可替代地,所述电动机可以驱动一螺旋钻螺杆,以便直接推动所述被挤出的组分通过一喷嘴,优选以一期望的速率。在其他示例中,所述元件118A、118B和118C可以独立地包

括多个喷射递送单元(例如,基于压电的)、螺杆泵及/或粉末分配单元。

[0292] 所述3D打印机与一处理器120可操作地相关联。本领域技术人员将理解,处理器120可以单独布置在3D打印机110内、单独布置在3D打印机110外部(例如,在远程或云基础的系统中),或者部分在3D打印机110内部且部分在3D打印机110外部。处理器120可以与一打印床114可操作地相关联,所述处理器120可选地沿一水平的XY平面移动。

[0293] 打印床114可以是一个可移动的打印床,被定位和驱动以便相对于所述喷嘴在所有方向上可操作地移动。在容器112A、112B和112C内的将被分配的不同组分,例如,处于下列模式之一:

[0294] a) 一连续挤出模式(股线跟着股线),其中控制沉积的线体积;

[0295] b) 一逐滴模式,其中可以控制沉积的液滴体积;以及

[0296] c) 一种结合连续模式和逐滴模式的模式。

[0297] 可替代地,可以通过移动所述3D打印机110而不是所述打印床114来独立或共同实现所述打印床114和所述3D打印机110对任何轴的相对运动。

[0298] 多个喷嘴单元116A、116B和116C可以独立地或共同地可替代地构成喷嘴阵列,而不是单个喷嘴,以增加所述3D打印机110的吞吐量。

[0299] 在操作中,装置110产生一3D肉类物122,其包括多条蛋白质基底的股线,例如股线122、多条脂肪基底的股线,例如股线124,以及多条水性肌底的股线,如股线126。

[0300] 现在参考图3A至3B,其提供了根据一第一肉组装计划(以下称为组装计划#1)生产的一3D肉类似物200的一立方样品的一示意性横截面图,根据本揭露的一些示例,图3B提供了图3A的所述3D肉类似物的一片段的一放大视图。

[0301] 图3A和3B示出了所述3D肉类似物200,包括设置为多个含蛋白质单元230的一蛋白质基底组分、设置为多个含脂肪单元232的一含脂肪组分以及设置为多个含水单元234的一含水组分。

[0302] 现在参考图4A和4B,它们提供了根据一第二肉组装计划(以下简称组装计划#2)生产的一3D肉类似物300的一立方样品的一示意性横截面图,根据本揭露的一些其他示例,图4B提供了图4A的所述3D肉类似物的一片段的一放大视图。

[0303] 为简单起见,使用与图3A至3B中使用的附图标记相似的附图标记以偏移量100来标识具有一相似功能的组件。例如,图4A中的元件330是与图3A中的含蛋白质单元230具有相同功能的一含蛋白质单元。

[0304] 具体地,图4A示出了肉类似物300的中心区域350中的一高浓度水基底组分234。举例来说,这样的一组装计划在相应地从所述厚片300上切出时将提供一多汁的肉排的口感。

[0305] 现在参考图5A至5B,提供了另一3D肉类似物400的一示意性横截面图,根据一第三组装计划(组装计划#3)制作,根据本揭露的其他示例,其中图5B提供图5A的所述肉类似物的一部分的一放大视图。

[0306] 具体地,图5A至5B显示,所述肉类似物400包含在肉类似物400的各种片段460中一相对高浓度的含脂肪单元232。举例来说,形成富含脂肪的片段可以提供一肉排的一口感,所述肉排具有脂肪口袋,也称为脂肪大理石花纹。

[0307] 现在转向图6A至6Z,这些提供了根据本揭露的一些示例的多个肉类似物可能的打印配置的示意图。



[0308] 图6A至6Z提供了打印位置的图示,其中圆圈表示一打印组分材料的中心。

[0309] 图6A至6Z示出不同空间维度(1D、2D和3D)的多个层。应当理解,这是为了说明不仅可以控制打印材料的形状而且还可以控制其尺寸的事实。如图所示,可以打印一材料为一连续的股线,其占据的体积大于或小于另一种打印材料的一股线所占据的体积,并且这两种打印材料都可以是一蛋白质基材料,也可以都是一脂肪基底材料,或可以属于不同类型的组分,例如,一个是一蛋白质基底组分,另一个是所述脂肪或水基底组分。

[0310] 虽然图6A至6Z可以说明所述组装计划中组分的一周期性排列,但也可以是任意的、非周期性的组装计划。

[0311] 此外,虽然示出了圆柱形和椭圆柱体打印材料,但打印材料可以是任何形式,通常为棱柱,如长方体、六棱柱、圆柱体、椭圆柱体等。

[0312] 虽然没有具体说明,但需要注意的是,所述肉类似物可以包括多个留空处,即,没有打印材料的区域。

[0313] 所述肉替代品矩阵组装计划是通过构建一详细的数据点列表,描述每一层中蛋白质组分、脂肪组分和湿气组分的不同组合,以及一层在另一层顶部组装的层的不同顺序。所述组装计划的执行是使用能够根据想要的组装计划创建复杂3D模型的一计算机程序进行的,然后使用本领域已知的切片软件创建包含所述肉组装计划中所有数据的一最终文件。所述肉类似物组装计划通常是数字化的,以如txt、xml、html或其它格式提供于一数码文件中。在一些情况下,所述肉类似物组装计划可以是一人类语言文件,或一计算机可读语言。

[0314] 在一些示例中,所述组装计划被表示为一数码文件、一txt文件、一XML文件、一CAD文件、一3DS文件、一STL文件、一OBJ文件或一g代码文件中的至少一种。

[0315] 在一些情况下,所述组装计划是利用已知工业建模工具格式如Solidworks或CAD的一数码3D模型文件。

[0316] 在一些示例中,所述组装计划是一3D模型文件,通过附加软件进行转换,以控制操作的系统列表。一个非限制性示例可以是一STL 3D模型文件,通过3D切片软件转换成一G代码格式文件上传到一3D打印机。

[0317] 在一些示例中,使用两个3D打印机来打印所述肉类似物。

[0318] 在一些示例中,所述3D打印机包含两个或更多个打印头/沉积头,以便能够沉积不同的组分,而无需更换提供打印组分的墨盒/注射器。在一些示例中,使用带有两个或更多个打印头的一3D打印机允许同时打印不同的组分,可能不会在不同组分的打印之间产生交叉干扰。

[0319] 在一些示例中,可以同时打印多于一单个薄片,以扩大所述3D打印机的吞吐量。

[0320] 要分配的组分可以装入不同尺寸的注射器或与可调节尖端(例如Luer-Lok™)兼容的注射器。每个注射器都可以装载到一个单独的打印站上,具有沉积机制包含一电动机、控制单元和一可调节杆,通常与3D打印机一起提供。所述打印机处理器能够通过所述电动机中的运动速度来控制每个注射器的沉积速率,允许不同量的组分材料通过所述喷嘴,或者结合所述打印床电动机的运动,从一单个喷嘴尺寸创建不同宽度的股线。

[0321] 相关打印头所使用的操作和装备可以基于要通过其进行分配的组分来调整或具体选定,例如,基于所述组分的黏滞性或稠度。例如,可以引入不同的电动机和不同的齿轮对挤出的柱塞/螺旋钻螺杆/螺杆泵提供更强的力,使高黏滞性材料能够流动。

[0322] 此外,现有的3D打印机可以重新设计,包括更大的沉积注射器或罐,例如,由食品级不锈钢制成的器皿,容量至少为60毫升、至少80毫升、至少100毫升、至少120毫升或更多。

[0323] 加热元件可安装在这样的墨盒/注射器上,以影响被分配材料的质地及/或流动性。举例来说,加热可以导致所述蛋白质组分在原位某种程度的变性,或者可以允许在所述脂肪、湿气和蛋白质组分中任一种的黏滞性的调整。

[0324] 在下文中,本文公开的一肉类似物的空间维度以一般术语进行讨论,以显示几种可能的配置,通过这些配置,形成它的不同组分可以在空间上排列以形成本文公开的所述肉替代品。

[0325] 通常,本文公开的多层肉类似物的打印可以作为一2D连续矩阵组装计划或一3D非连续矩阵组装计划进行。本文公开的单层肉类似物的打印可以作为一2D非连续矩阵组装计划或1D连续组装计划进行。此处使用的连续是指使用一单个组分沿一定维度连续打印的一种情况。

[0326] 二(2)维连续矩阵组装计划是相对于空间维度的一示例。在此示例中,一2D图案被划分为“2D单元格”,其中每个单元格表示在垂直于所述2D图案及其组成单元格的一方向上连续打印一确定组分(或留下未打印的留空处),从而创建一完整的3D模型/肉类似物(例如,打印一蛋白质股线)。在这各方面参见图6I至6P。图6J、6L、6N和6P示出整个3D肉类似物,而图6I、6K、6M和6O示出它们对应的横截面,圆圈/字母代表沉积组分的中心。

[0327] 需要注意的是,在3D打印术语中,这种情况下的体素(体积像素)实际上是2D(或“2.5D”),第3维度沿所述打印方向退化。

[0328] 值得注意的是,一2D(或“2.5D”)的单元格可以代表打印的组分及一留空处(即没有打印材料之处)。

[0329] 所述2D单元格可以以任何形式表现,例如正方形(参见图6I至6J)、矩形或六边形(参见图6K至6L)。一般而言,六边形表现展示与相邻单元格有6个接触点(与正方形/矩形单元格中的4个接触点相反),提供更好的结构稳定性和更高的填充率(单元格之间的留空处更小)。

[0330] 沉积的股线可具有相似的直径/横截面尺寸,或不同的直径,如图6M至6N示例所示。图6M中的虚线是仅出于说明可能的打印材料尺寸的目的。

[0331] 沉积的股线可以是类似的组分,也可能是不同的组分,如图6O至6P示例所示,说明了蛋白质、脂肪和水基底(血液)组分。

[0332] 三(3)维肉矩阵组装计划是关于所述肉类似物的空间维度的另一个示例。在此示例中,没有假设沿任何方向(包括打印方向)的连续性,所以所述组装计划的基本单元格被定义在三维而不是如前一个示例中的二维,在本领域中称为体素(完全3D单元格)。在这方面参见图6A至6H。

[0333] 所述3D单元格可以以任何形式相对于彼此排列,如正方形(参见图6A至6B)、矩形或六边形(参见图6C至6F)。

[0334] 所述3D单元格可展示任意形状和尺寸的打印组分(图6H)。图6G中的虚线是仅出于说明可能的打印材料尺寸的目的。

[0335] 在一个示例中,但不限于此,所述3D单元格被排列在离散的高度位置,其中每个离散的高度位置指示一打印层。值得注意的是,一3D单元格可以表示打印组分以及一留空处

(即没有打印材料之处)。

[0336] 单层制品的一(1)维连续向量组装计划。在这样的向量中,被定义的组装计划具有一个维度(含有1D单元格),其中每个1D单元格指示待打印(包括不打印/留空处的选项)的所述材料在垂直于向量平面的一方向上的一连续打印-沿着层(例如,打印一蛋白质股线)。在这方面参见图6W至6Z。

[0337] 再次,图6Y至6Z显示了股线之间的不同距离,以及不同横截面大小和形状的股线。

[0338] 用于单层制品的二(2)维肉矩阵组装计划。在这样的矩阵中,要打印的材料(包括无打印选项)在每个预定义的2D单元格中被定义。所述2D单元格可以是任何形式的顺序,如正方形(图6Q至6R)、矩形、六边形(图6S至6T)或任何其他形式(图6U至6V)。

[0339] 虽然此处所提供的图6A至6Z中的一些示出了所述组装计划中组分的一周期性排列,但是对于上面讨论的所有维度类别,一任意的、非周期性的组装计划也是可能的。

[0340] 此外,虽然示出了圆柱形和椭圆柱体的打印材料,但所述打印材料可以是任何形式,通常是棱柱体,如长方体、六棱柱、圆柱体、椭圆柱体等,这适用于以上讨论的所有维度类别。

[0341] 图7A至7F提供了根据本揭露一些非限制性示例的3D打印模型的图示。

[0342] 图7A说明一肉替代品厚片,包括使用所述含脂肪组分打印的文本,所述含脂肪组分在所述蛋白质基底组分内打印成一文本。在这方面,也参见本文下面的示例12。

[0343] 图7B提供了一肉替代品厚片的图示,包括沿所述厚片的长度变化的脂肪大理石花纹(由一些示例性箭头指示),从图7C中提供的横截面图中可以明显看出。

[0344] 图7D至7F提供了一肉替代品厚片的图示,包括脂肪大理石花纹(由一个示例的完整箭头指示),但添加了血液口袋(由一个示例的虚线箭头指示)和用于引导肉排的切片的多条切割线(由一个示例性的虚线箭头示出)。

[0345] 如本文所用,除非上下文另有明确规定,否则形式“一(a)”、“一(an)”和“所述(the)”包括单数和复数的参照。例如,术语“一蛋白质基底组分”包括一种或多种不同的蛋白质组合物,其能够在所述肉类似物内形成一蛋白质基底的片段。

[0346] 此外,如本文中使用的,术语“包括(comprising)”旨在表示,例如,一组分,例如一蛋白质基底组分包括所引用的蛋白质,但不排除包括其他蛋白质的其他物质。术语“本质上由…组成(consisting essentially of)”用于定义,例如,包括所引用的物质但排除可能对所得肉类似物的特性具有一本质重要性的其他物质的组分。因此,“由…组成”意味着排除多于痕量的其他元件。由这些过渡术语中的每一个定义的实施例在本揭露的范围内。

[0347] 此外,所有数值,例如,当提及构成本文公开的组分的元件的量或范围时,都是近似值,其从所述的值变化(+)或(-)高达20%,有时高达10%。应理解,即使并非总是明确叙述,在所有数字指定之前都加上术语“大约(about)”。

[0348] 此外,如本文所用,除非另外特别指明,否则术语“百分比”或“%”是指重量百分比。

[0349] 现在将在根据本发明进行的实验的以下描述中举例说明本发明。应当理解,这些示例本质上旨在说明而非限制。显然,根据上述教导,这些示例的许多修改和变化是可能的。因此,应当理解,在所附权利要求的范围内,本发明可以以多种可能的方式以不同于下文具体描述的方式来实施。

[0350] 非限制性示例：

[0351] 示例1:肉类似物#1的准备及测试

[0352] 组成准备：

[0353] 独立制备三个组分,为所述蛋白质基底组分(P)、所述脂肪基底组分(F)和所述水性组分(W)。

[0354] 根据所使用的成分计算所得组分中的蛋白质及/或脂肪的指示百分比。

[0355] 蛋白质组分：

[0356] 通过在一Ninja®BL862Kitchen System混合器中以10,000RPM的最大装置速度混合表2A的干成分10分钟来制备粉末形式的所述含蛋白质组分。获得总共1000gr的干粉末。

[0357] 表2A:蛋白质组分

成分	量(克)
生命力小麦麸质 (Roquette)	300
豌豆蛋白 (Roquette)	180
土豆蛋白分离物 (Avebe)	120
三仙胶 (CP kelco)	3
改性淀粉	93
[0358] 椰子油	86
酵母提取物粉末	43
干菜及香菇粉	50
食盐	29
甜菜色素粉	20
膳食纤维 (Interfiber)	76
总计	1000

[0359] 为了获得一蛋白质面团,将所述干燥的蛋白质基底组分与1000克水在同一混合器中混合5分钟。

[0360] 所得物质具有面团的稠度和类似牛肉(牛肉)的一鲜红色。

[0361] 此组分中的蛋白质%(WB)为:24.66%

[0362] 脂肪组分：

[0363] 棕榈油与1.5%甘油单酯和甘油二酯在65℃下搅拌。然后将混合物转移通过一刮板式换热器(17至28℃),接着通过一搅拌器。然后将所述混合物挤出并在25℃下回火24小时。所得混合物是一固体化的植物起酥油。

[0364] 此组分中的脂肪%(WB)为:100%

[0365] 水/血液取代品组分：

[0366] 为了制造提供风味、多汁和丰富口感的一血液取代品,将来自以下表2B的干粉末与水充分混合(与用于所述蛋白质组分相同的混合器)直至获得一清澈的红色液体。

[0367] 表2B:水组分

[0368]	成分	量(克)
	改性淀粉	78
	甜菜色素粉	20
	麦芽糊精	102
	水	800
	总计	1000

[0369] 然后将所述血液取代品组分混合物加热至70℃持续15分钟,直至形成一凝胶。

[0370] 所述肉类物#1中蛋白质和脂肪的百分比是在一湿基础上

[0371] -蛋白质:19.12%wb

[0372] -脂肪:16.1%wb

[0373] -碳水化合物:12.14%wb

[0374] 肉类似物#1的组装计划#1:

[0375] 由上述三个组分所制成的一肉类似物#1的一3D组装计划的一横截面图如下表2C所示。

[0376] 所述3D组装计划#1定义了肉类似物#1包含全部10层,其中M代表肌肉区块,包含所述蛋白质基底组分,F代表包含所述脂肪组分的区块,B代表包含所述水(血液取代品)组分的血液区块。

[0377] 表2C:3D组装计划#1的横截面

	层	组分
	1	MMMMMMMMMMMM
	2	MFFFFFFFFFFFFFFF
	3	MBBBBBBBBBBBBB
	4	MMMMMMMMMMMM
[0378]	5	MFFFFFFFFFFFFFFF
	6	MBBBBBBBBBBBBB
	7	MMMMMMMMMMMM
	8	MFFFFFFFFFFFFFFF
	9	MBBBBBBBBBBBBB
	10	MMMMMMMMMMMM

[0379] 根据所述3D组装计划#1,将所述蛋白质基底组分装入配备有5毫米喷嘴的一60厘升(c1)注射器中,而所述脂肪组分及水组分分别装入配备有1毫米喷嘴的一专用60c1注射器中(Luer-Lok™尖端)。根据所述3D组装计划#1,在19℃的一室温下手动实施不同组分的分配。然后将所得肉类似物厚片真空密封并在一冰箱中储存5小时。然后将所述肉类似物在70℃的一浸浴中烹煮3小时。

[0380] 结果及分析:

[0381] 使用具有1kN LC头(测试条件见上文)的Lloyd™质地分析仪系统TA1对组织计划#1

的所述肉类似物#1进行分析,并与市场上的其他肉类似物以及几种牛的肉切块(牛肉)进行比较。

[0382] 结果表明,根据肉类似物#1的肉类似物在几个关键的质地参数上与牛肉相似,包括硬度和粘性(例如,以硬度•凝聚力为特征)(数据未显示)。

[0383] 此外,将一切块(约200克)在一平底锅上用1汤匙(约13克)植物油煎7分钟。所述油炸备品与一市售肉汁一起食用,被认为类似于一肉排。

[0384] 示例2:一肉类似物#2的准备及测试

[0385] 组成准备:

[0386] 对于第二肉类似物(#2)的制备,分别制备了三种组分,所述蛋白质组分(P)、所述脂肪组分(F)和所述水组分(W)。

[0387] 蛋白质组分:

[0388] 通过在一 **Ninja®** BL862Kitchen System混合器中以10,000RPM的最大装置速度混合以下表3A的干燥成分10分钟来制备粉末形式的所述含蛋白质组分。获得总共50克粉末。

[0389] 表3A:蛋白质基底组分

成分	量
	(克)
生命力小麦麸质(Roquette)	14.6
豌豆蛋白分离物(Roquette)	8.8
土豆蛋白分离物 (Avebe)	5.8
三仙胶(CP kelco)	0.1
[0390] 改性淀粉	5.0
	10.0
椰子油	10.0
酵母提取物粉末	1.0
食盐	1.0
甜菜色素粉	1.0
膳食纤维 (Interfiber)	2.7
总计	50.0

[0391] 然后使用所述 **Ninja®** Kitchen System混合器将所述粉末(全部50克)与100克水混合5分钟。所述液体混合物接着加入一市售转谷氨酰胺酶酶粉(8克, **Activa®** TI),在37℃培养,200转/分(rpm)振荡1小时发生交联,形成一凝胶状蛋白质组分。

[0392] 此组分中的蛋白质%(WB)为:15.77%

[0393] 脂肪基底组分:

[0394] 使用一市售的棕榈油起酥油,照原样作为一动物脂肪取代品(Spectrum Naturals,Organic All-Vegetable Shortening)。

[0395] 此组分中的脂肪%(WB)为:100%

[0396] 水性组分:

[0397] 为了制造所述水性基底组分(被视为一血液取代品),将表3B中详述的干粉末与水充分混合以获得一清澈的红色液体。

[0398] 表3B:水性组分

成分	量(克)
改性淀粉	2
甜菜色素粉	2
角叉菜胶(CP kelco)	1
水	20
总计	25

[0400] 将多种成分的组合在Thermomix混合器中在79℃混合10分钟直至形成一凝胶。

[0401] 所述肉类似物#2中的蛋白质及脂肪百分比为:

[0402] -蛋白质:12.65%wb

[0403] -脂肪:17.44%wb

[0404] -碳水化合物:7.38%wb

[0405] 肉类似物#2的组装计划#2:

[0406] 使用Solidworks建模软件准备了一3D组装计划#2,如图3A所示。所述3D组装计划#2被加载到一Hy-Re1 SR303D打印机,并用Slic3r软件进行切片。

[0407] 根据3D组装计划#2,将所述蛋白质组分装入具有一2毫米配备有Luer-Lok™尖端的一60cc注射器中,将脂肪和湿气组分装入配备有一0.5毫米Luer-Lok™尖端的一60cc注射器中。

[0408] 使用所述Hy-Re1 SR30打印机打印组分,得出一肉类似物#2。然后将所述肉类似物#2真空密封,接着浸入设定在75℃的一水浴中烹煮。

[0409] 结果及分析:

[0410] 将组装计划#2的所述肉类似物在一平底锅上用1汤匙(约13克)的植物油(在75℃下真空低温烹调后)煎2分钟。所述油炸备品与一市售肉汁一起食用。结果是一道类似肉排的肉状菜肴。

[0411] 示例3:根据组装计划#3的肉类似物#3的准备及测试

[0412] 组成准备:

[0413] 分别制备了三种组分,所述蛋白质基底组分(P)、所述脂肪组分(F)和所述水/水性组分(W)。

[0414] 蛋白质组分:

[0415] 与组装计划#1的肉类似物相似,通过在一Ninja®BL862Kitchen System混合器中以10,000RPM的最大装置速度混合表4A的干燥成分10分钟,制备粉末形式的所述蛋白质基底组分。获得总共1000gr的干粉末。

[0416] 表4A:蛋白质组分

[0417]	成分	量(克)
	大豆蛋白 (Solae)	300
	豌豆蛋白浓缩物(Roquette)	180
	土豆蛋白分离物 (Avebe)	120
	三仙胶 (CP kelco)	3
	改性淀粉	93
	棕榈油	86
	酵母提取物粉末	43
	干菜及香菇粉	50
	食盐	29
[0418]	甜菜色素粉	20
	膳食纤维 (Interfiber)	76
	总计	1000

[0419] 为了获得一蛋白质面团,将上述组分与水(1000ml)混合并以5000rpm继续混合10分钟。将一100毫升的量的所得蛋白质组分装入配备有一2毫米Luer-Lok™尖端的一不锈钢管中。

[0420] 此组分中的蛋白质%(WB)为:26.8%

[0421] 脂肪组分:

[0422] 植物油(棕榈油、椰子油和米糠油的混合物)被固体化(成核后晶体生长)以制成一植物起酥油。将所述油与1.5%的甘油单酯和甘油二酯在65℃混合,持续搅拌。然后将混合物通过一刮板式换热器(17至28℃)转移,然后通过一搅拌器。接着将混合物挤出并在25℃下回火24小时。

[0423] 将制造的所述起酥油装入具有一0.5毫米Luer-Lok™尖端的一60cc注射器中,通过3D打印的方式挤出。

[0424] 此组分中的脂肪%(WB)为:100%

[0425] 水组分:

[0426] 对于所述含水或湿气组分(或血液取代品),将从表4B中的干粉末与水充分混合,得到一清澈的红色液体。

[0427] 表4B:水组分

[0428]	成分	量(克)
	改性淀粉	78
	天然色素粉	20
	麦芽糊精	102
	水	800



总计	1000
----	------

[0429] 将商业牛肉香精备品混合到所述血液取代品配方中,将水溶性风味带给最终的肉类似物。

[0430] 所述含水或湿气组分被装入具有一0.5毫米Luer-Lok™尖端的一60cc注射器中,通过3D打印(无需额外加热)挤出,在所述最终的肉类似物中按一预先确定的肉组装计划规定的适当比例描述如下。

[0431] 所述肉类似物#3中的蛋白质及脂肪百分比如下:

[0432] -蛋白质:21.45%wb

[0433] -脂肪:15.43%wb

[0434] -碳水化合物:6.66%wb

[0435] 肉类似物组装计划#3:

[0436] 使用Solidworks建模软件准备了一3D组装计划#3。所述3D组装计划#3被加载到一Hy-Rel SR30 3D打印机,并用Slic3r软件进行切片。

[0437] 在分配过程中将所述含蛋白质组分加热至80℃。

[0438] 结果及分析:

[0439] 所述最终的肉类似物#3接着使用一标准烹饪步骤进行测试,所述步骤由在一平底锅上用1汤匙(约13克)的植物油煎2分钟。油炸备品与一市售肉汁一起食用。结果是一道类似肉排的肉状菜肴。

[0440] 示例4:根据组装计划#4的肉类似物的准备及测试

[0441] 蛋白质基底组分:

[0442] 通过在一Ninja®Kitchen System混合器中混合表5A的干燥成分10分钟来制备1000克的下列粉末混合物。

[0443] 表5A:蛋白质组分

[0444]	成分	量 (克)
	生命力小麦麸质 (Roquette)	300
	豌豆蛋白分离物(Roquette)	180

[0445]	成分	量 (克)
	土豆蛋白粉末(AVEBE)	120
	三仙胶	3
	改性淀粉	93
	椰子油	86
	酵母提取物粉末	43
	天然香料	50
	食盐	29
	红色天然色素粉	15
	黑色天然色素粉	5
	膳食纤维 (Interfiber)	76
	总计	1000

[0446] 然后将所述混合物与1,500毫升水混合10分钟(以达到60%的水含量),以获得一湿的、高湿气的面团。

[0447] 此组分中的蛋白质% (WB) 为:19.84%

[0448] 水性基底组分:

[0449] 将表5B中的干粉末与水充分混合,以获得一清澈的红色液体。

[0450] 表5B:水性组分

[0451]	成分	量(克)
	改性淀粉	78
	甜菜色素粉	20
	麦芽糊精	102
	水	800
	总计	1000

[0452] 将作为一血液取代品混合物的所述水性基底组分加热至80℃持续10分钟,以获得一稳固的凝胶。

[0453] 含脂肪组分:

[0454] 一市售的红棕榈和椰子起酥油被用作一动物脂肪取代品(Nutiva)。随后,将市售的牛肉香精混合到所述脂肪替代品配方中,将脂溶性风味带给最终的肉类似物。

[0455] 此组分中的脂肪% (WB) 为:100%

[0456] 所述肉类似物#3中的蛋白质及脂肪百分比为:

[0457] -蛋白质:15.88%wb

[0458] -脂肪:15.36%wb

[0459] -碳水化合物:8.63%wb

[0460] 肉组装计划#4:

[0461] 根据图5A至5B中提供的计划,使用Solidworks建模软件准备一3D模型。所述3D模型被加载到一Hy-Re1 SR303D打印机,并使用Slic3r软件进行切片。

[0462] 将所述蛋白质挤出物转移到与所述Hy-Re1 3D打印机KR2高黏滞性打印模块兼容的一不锈钢注射器中,所述模块配备有一2毫米尖端并在打印时设置为70℃。

[0463] 使用一0.5毫米Luer-Lok™尖端将脂肪和水基底组分装入一60cc注射器中。

[0464] 所述肉类似物是根据组装计划#4使用一Hy-Re1 SR30打印机打印的。然后利用一标准烹饪步骤测试获得的所述肉类似物矩阵,所述标准烹饪步骤包括在一平底锅上用1汤匙(约13克)的植物油煎炸2分钟。油炸备品与一市售肉汁一起食用。基于感官评价,得出所述油炸备品是一类似肉排的肉状菜肴的结论。

[0465] 示例5:根据组装计划#5的肉类似物#5的准备及测试

[0466] 含蛋白质组分:

[0467] 通过在一Ninja®Kitchen System混合器中混合表6A的干燥成分10分钟来制备1000克的下列粉末混合物。

[0468] 表6A:蛋白质组分

[0469]

成分	量(克)
大豆蛋白分离物(Solae)	600
甲基纤维素(Methocel,DOW)	3
改性淀粉	93
红色棕榈油	86
酵母提取物粉末	43
干菜及香菇粉	50
食盐	29
甜菜红色素粉	20
膳食纤维(Interfiber)	76
总计	1000

[0470] 随后,在一混合器中将所述粉末混合物与1,000克水混合。将所得物质送入一Thermomix混合器中,在其中进行加热和混合步骤,并在55℃的热条件与剪切应力相结合的条件施加10分钟。

[0471] 此组分中的蛋白质%(WB)为:27.4%

[0472] 含湿气组分:

[0473] 将表6B中的干粉末与水充分混合,以获得一清澈的红色液体。

[0474] 表6B:水基底组分

[0475]

成分	量(克)
改性淀粉	78
甜菜色素粉	20
麦芽糊精	102
水	800

总计	1000
----	------

[0476] 在形成一凝胶后,基本上如上所述,根据下面所述预先确定的组装计划,将所述凝胶以适当的比例和位置从系统中挤出。

[0477] 含脂肪组分:

[0478] 所述含脂肪组分是将150克的乙基纤维素和1400克的植物油混合,同时氮气流过一反应容器,以制造一氮气环境。随后,将混合物加热至150℃并搅拌60分钟。然后将溶液冷却至25℃,同时在整个混合和冷却过程中保持一连续的氮气流。结果是一稳定的油凝胶。

[0479] 此组分中的脂肪%(WB)为:90.3%

[0480] 根据组装计划#5的肉类似物#5:

[0481] 使用图5A至5B中提供的Solidworks建模软件准备一3D模型。将所述3D模型加载到一Hy-Rel SR30 3D打印机并使用Slic3r软件进行切片。

[0482] 将蛋白质挤出物转移到与所述Hy-Rel 3D打印机KR2高黏滞性打印模块兼容的一不锈钢注射器中,所述模块配备有一2毫米尖端并在打印时设置为70℃。然后将所述含湿气组分送入一Hy-rel KR2打印头中的一15毫升不锈钢管中。所述管配备有一0.5毫米Luer-Lok™尖端。在所述喷嘴内,将配方加热至70℃,保持5分钟,以形成一凝胶。

[0483] 将含脂肪和水/湿气的组分装入具有一0.5毫米Luer-Lok™尖端的一60cc注射器中。使用一Hy-Rel SR30打印机打印组分,以生产所述肉类似物。

[0484] 示例6:根据组装计划#6的肉类似物#6的准备及测试

[0485] 含蛋白质组分:

[0486] 通过在所述Ninja®Kitchen System混合器中混合干燥成分10分钟来制备50克表7A的粉末混合物。

[0487] 表7A:蛋白质组分

[0488]	成分	量(克)
	生命力小麦麸质 (Roquette)	14.6
	豌豆蛋白分离物(Roquette)	8.8
	土豆蛋白分离物 (Avebe)	5.8
	三仙胶	0.1
	改性淀粉	5.0

[0489]	椰子油	10.0
	酵母提取物粉末	1.0
	食盐	1.0
	红木色素粉	1.0
	膳食纤维 (Interfiber)	2.7
	总计	50.0

[0490] 然后,使用所述 **Ninja®** Kitchen System混合器将50克粉末与100克水混合5分钟。将10克的一干燥的交联酶粉末加入到所述混合物中,并在37℃、200rpm振荡下培育1小时。

[0491] 混合物进行一交联反应,产生一凝胶状矩阵。

[0492] 此组分中的蛋白质% (WB) 为:15.75%

[0493] 含水组分:

[0494] 将表7B中的干粉末与水充分混合,以获得一清澈的红色液体。

[0495] 表7B:水基底组分

成分	量(克)
改性淀粉	1
甜菜色素粉	1
麦芽糊精	3
水	20
总计	25

[0497] 然后将水组分/血液取代品混合物在79℃的一加热混合器中搅拌混合10分钟,形成一凝胶。

[0498] 含脂肪组分:

[0499] 一市售的棕榈起酥油 (Spectrum Naturals) 被用作一动物脂肪取代品/脂肪基底组分。

[0500] 此组分中的脂肪% (WB) 为:100%

[0501] 根据组装计划#6的肉类似物#6:

[0502] 使用图5A至5B中提供的Solidworks建模软件准备一3D模型。将所述3D模型加载到一Hy-Re1 SR30 3D打印机,并使用Slic3r软件进行切片。

[0503] 将所述肌肉组分装入具有一1毫米Luer-Lok™尖端的一60cc注射器中,将脂肪和血液组分装入具有一0.5毫米Luer-Lok™尖端的一60cc注射器中。使用所述Hy-Re1 SR30打印机打印所述肉类似物,得到一肉类似物矩阵。

[0504] 所述肉类似物#6中的蛋白质及脂肪百分比为

[0505] -蛋白质:12.62%wb

[0506] -脂肪:17.49%wb

[0507] -碳水化合物:6.94%wb

[0508] 最终的肉类似物在一Lloyd™质地分析仪系统中进行了各种质地特性的测试,并与流行的肉切块进行了比较,并显示出相似的质地参数。

[0509] 示例7:根据组装计划#7的肉类似物#7的准备及测试

[0510] 含蛋白质组分:

[0511] 通过在一**Ninja®** Kitchen System混合器中混合表8A中的干燥成分10分钟来制备1000克的下列粉末混合物。

[0512] 表8A:蛋白质组分

成分	量(克)
----	------

补水组织化植物蛋白	810
天然牛肉香料	75
甜菜色素粉	20
棕榈油	55
膳食纤维	20
改性淀粉	20
总计	1000

[0514] 随后,在一混合器中将所述粉末混合物与1,000克水混合。

[0515] 将所述含蛋白质组分装入配备有一5毫米Luer-Lok™尖端的一不锈钢管中。

[0516] 此组分中的蛋白质% (WB) 为:22.2%

[0517] 含水组分:

[0518] 将表8B中的干粉末与水充分混合,以得到一清澈的红色液体,作为所述血液取代品。

[0519] 表8B:水组分

[0520]

成分	量(克)
甜菜色素粉	40
琼脂	10
水	450
总计	500

[0521] 然后将血液取代品混合物在一加热混合器中以70℃混合15分钟,并持续搅拌。

[0522] 含脂肪组分:

[0523] 使用市售的棕榈起酥油(Spectrum Naturals)作为一动物脂肪取代品。

[0524] 此组分中的脂肪% (WB) 为:100%

[0525] 所述肉类似物#7中的蛋白质及脂肪百分比为

[0526] -蛋白质:18.33%wb

[0527] -脂肪:12.5%wb

[0528] -碳水化合物:13.22%wb

[0529] 肉替代品#7组装计划#7:

[0530] 上述肉类替代品#7的一肉组装计划被设计成类似于一汉堡肉类似物(各向异性制品),并按以下方式构建:

[0531] M-肌肉(含蛋白质单元或股线)(5毫米喷嘴尺寸),5厘米股线

[0532] F-脂肪(1毫米喷嘴尺寸),5厘米股线

[0533] B-血液取代品(含水组分)(1毫米喷嘴尺寸),5厘米股线

[0534]

层	层计划
1	MMMMMMMMMMMM

[0535]

2	MMMMMMMMMMMM
3	MBBBBBBBBBBBBM
4	MFFFFFFFFFFFFFFM
5	MFFFFFFFFFFFFFFM
6	MMMMMMMMMMMM
7	MFFFFFFFFFFFFFFM
8	MBBBBBBBBBBBBM
9	MMMMMMMMMMMM
10	MMMMMMMMMMMM

[0536] 所述肉类似物#7是根据上面的所述肉组装计划#7手工组装的。将准备好的肉类似物用手轻压形成一有凝聚力的肉饼。所述肉饼在一木炭烤架上以中温烧烤，每面烤2分钟。

[0537] 最终的肉类似物放在一个包着蛋黄酱和番茄酱的面包里，给几个试吃员食用。所述试吃员得出结论，所述肉类似物多汁，且具有类似于一中等熟度的牛肉汉堡的品质。

[0538] 示例8:附加的/可替代的蛋白质基底组分

[0539] 示例8A:具有解体的TVP的蛋白质基底组分

[0540] 组合物:

[0541] 表9A中提供了一个带有解体的TVP的一蛋白质基底组分的组合物:

[0542] 表9A:含TVP的蛋白质基底组分

[0543]

组分	%	
	示例 1	示例 2
麸质	34.06	34.06
大豆蛋白分离物(Solea)	18.22	18.22
TVP, 尺寸 1 至 2 厘米	23.86	0
TVP, 尺寸 3 至 5 厘米	0	23.86
香料混合 (Givaudan)	6.51	6.51
甜菜色	1.74	1.74
棕榈仁油	5.42	5.42
牛肉味脂肪	5.42	5.42

[0544]

卵磷脂	0.43	0.43
柑橘纤维 (Interfiber)	4.34	4.34
总计(无水)	100.00	100.00

[0545] 每1克干组分以2.17克水向上面添加水。

[0546] 准备过程:

[0547] 含有解体的TVP的组分根据以下程序制备:

- [0548] -将TVP浸泡在水中至少2小时
- [0549] -挤压TVP
- [0550] -将所述TVP插入食品加工机,剧烈搅拌直到TVP纤维解体。
- [0551] -将其余粉末成分插入并继续混合
- [0552] -加入脂肪(作为液体,预热后)及水并继续混合,在中等黏滞性下混合均匀
- [0553] -使用配备有1.55毫米直径喷嘴的螺旋钻螺杆挤出机以0.5公升/小时的速率进行打印
- [0554] 后期处理:
- [0555] -加热处理(真空低温或蒸汽烤箱)在80至90℃持续45分钟。
- [0556] -切割为2公分的切片
- [0557] -在一条纹平底锅上油煎,每边一或两分钟。
- [0558] 结果:
- [0559] 所得组分在两个示例中都展现了一独特的肉状纤维质地。具体而言,示例2具有更好的质地(更多纤维,咬合的硬度更好),可能是因为与示例1相比,包含有更长的蛋白质纤维。

- [0560] 在本示例中蛋白质%(wb)为18.3%
- [0561] 示例8B:具有麸质的蛋白质基底组分(无解体的TCP)
- [0562] 组合物:
- [0563] 表9B提供了具有麸质的一蛋白质基底组分的组合物:
- [0564] 表9B:含TVP的蛋白质基底组分

[0565]	组分	%
	麸质(Roquette)	43.38
	大豆蛋白分离物	26.25
	营养酵母(Nut.Yeast)	13.02
	椰子油	11.93
	甲基纤维素	1.08
	海藻酸钠	1.74
	卵磷脂	0.43
	奇亚(Chia)	2.17
	总计(无水)	100.0

- [0566] 每1克干组分以2.17克水向上面添加水。
- [0567] 准备过程:
- [0568] 含解体的TVP的组分根据以下程序制备:
- [0569] -将粉末成分插入食品加工机并混合
- [0570] -加入脂肪(作为液体,已预热)及水并继续混合,在中等黏滞性下混合均匀
- [0571] -使用配备有1.55毫米直径喷嘴的螺旋钻螺杆挤出机以0.5公升/小时的速率进行打印
- [0572] 后期处理:
- [0573] -加热处理(真空低温或蒸汽烤箱)在80至90℃持续45分钟。



[0574] -切割为2公分的切片

[0575] -在一条纹平底锅上油煎,每边一或两分钟。

[0576] 在本示例中蛋白质% (wb) 为20%

[0577] 结果:

[0578] 由此产生的组分展现了一种“像煎蛋卷”的质地,纤维很少。

[0579] 示例8C:基于小TVP薄片/切碎的TVP的蛋白质基底组分

[0580] 组合物:

[0581] 表9C提供基于薄片/切碎的TVP的一蛋白质基底组分的组合物:

[0582] 表9A:含薄片/切碎的TVP的蛋白质基底组分

组分	%
水	59.91
组织化蛋白质小/切碎至0.3至0.6厘米	16.00
甲基纤维素	3.00
切碎的洋葱	3.00
香料混合 (Givaudan)	4.04
棕色天然提取物	0.5
红色天然提取物	0.5
棕榈脂肪	13.05
总计 (w.b.)	100.00

[0584] 准备过程:

[0585] 含解体的TVP的组分根据以下程序制备:

[0586] -加水至所述组织化蛋白质及颜色

[0587] -混合并静置15分钟

[0588] -将其余成分加入至混合物中

[0589] -以10,000rpm的中等混合速度(食品搅拌机)混合3分钟

[0590] -使用配备有1.9毫米喷嘴直径的螺旋钻螺杆挤出机以0.5公升/小时的速率进行打印

[0591] 后期处理:

[0592] -在烤箱中烘烤,7分钟120℃

[0593] -真空密封并在40℃存放

[0594] -在植物油中以平底锅油煎,每边2-3分钟,中火

[0595] 在此示例中所述蛋白质% (wb) 为11.2%。

[0596] 结果:

[0597] 结果组分类似于肉串-脂肪碎肉质地(脂肪通过所述肉类似物均匀地呈固体块状扩散)。结果是芳香和可口的。在几次品尝中-总体来说都很受欢迎。

[0598] 示例8D:线上组织化的蛋白质基底组分

[0599] 组合物:

[0600] 表9D中提供了基于大豆/豌豆/麸质/菜豆类,适合于线上组织化的一组合物:

[0601] 表9D:线上组织化的蛋白质基底组分

	组分	%		
		示例 1	示例 2	示例 3
[0602]	大豆蛋白	10.0	12.0	22.0
	豌豆蛋白	0.0	7.2	0.0
	麸质	4.0	4.8	0.0
	绿豆蛋白	6.0	0.0	0.0
	植物油	1.0	1.0	1.0
	水	74.7	70.7	71.7
	香料混合	2.0	0.0	0.0
	棕色天然提取物	0.3	0.3	0.3
	红色天然提取物	0.3	0.3	0.3
	麦芽糊精	1.7	3.7	4.7
	总计(w.b)	100.00	100.00	100.00

[0603] 准备过程:

[0604] -在10,000PM的高混合速度下全部混合4分钟

[0605] -使用下列参数通过螺旋钻机构打印头打印:

[0606] \*单个喷嘴,直径:1毫米

[0607] \*压力:20巴(bar)

[0608] \*温度:110℃

[0609] \*螺杆直径:8毫米

[0610] \*螺距:8毫米

[0611] \*螺杆长度:250毫米

[0612] \*分配速率:0.3公升/小时

[0613] 示例1的蛋白质%(wb)为17.1%

[0614] 示例2的蛋白质%(wb)为20.37%

[0615] 示例3的蛋白质%(wb)为19.8%

[0616] 后期处理:

[0617] -在植物油中以平底锅两边煎1至3分钟,中火。

[0618] 结果:

[0619] 在本文描述的条件下使用TPA测试所得组分,并将结果与牛里脊肉进行比较,表明所述组分在质地方面接近于所述肉试样。

[0620] 示例9:乳液基底含脂肪组分的准备

[0621] 虽然乳液在组合物、制备方法和性质方面可能会有所不同,但本示例中的乳液是由20%的水、79%的油(例如,芥花油)和1%的乳化剂(例如,卵磷脂)制备的。所述乳化剂与油混合。然后在搅拌的同时将水逐渐加入所述混合物中。然后将所述混合物在一均质器中

乳化约4分钟。所述乳液表现为一假塑性流体。

[0622] 在所述脂肪基底组分中的脂肪百分比为79%

[0623] 示例9A:芥花油基底组分

[0624] 组合物:

[0625] 表10A中提供了具有芥花油的一脂肪基底组分的组合物:

[0626] 表10A:芥花油基底组分

[0627]	组分	%
	芥花油	37.40
	水	42.30
	甲基纤维素 (Methocel)	4.00
	大豆蛋白分离物 (Solae)	4.00
	浸泡的TVP	10.00
	卵磷脂	1.00
	甘油单酯和甘油二酯	1.00
	刺槐豆胶 (LBG)	0.30
	总计	100.00

[0628] 准备过程:

[0629] 使用一多功能料理机(烹饪标准搅拌机):

[0630] -将TVP浸入冷水中

[0631] -在低速下混合水+油并加热至55℃

[0632] -在低速下慢慢添加甲基纤维素

[0633] -添加卵磷脂及甘油单酯与甘油二酯

[0634] -添加LBG,在高速中均匀混合

[0635] -停止加热

[0636] -添加大豆蛋白分离物,并在高速下混合均匀

[0637] -挤压所述浸泡的TVP并添加到所述混合物。在高速下混合

[0638] -将所述混合物冷却过夜

[0639] -如本文所述在烤箱中/使用平底锅加热之后使用TPA确定质地参数。

[0640] 所得组分是一稳定、稳固且有凝聚力的乳液。

[0641] 示例9B:芥花油基底组分

[0642] 组合物:

[0643] 表10B中提供具有芥花油的一脂肪基底组分的组合物:

[0644] 表10B:芥花油基底组分

[0645]	组分	%
--------	----	---

[0646]	蒸馏水	64.85
	海藻酸钠	2.00
	芥花油	20.00
	甘油单酯及甘油二酯	1.00
	燕麦	8
	氯化钙( $\text{CaCl}_2$ )	0.15
	甲基纤维素	4
	总计	100.0

[0647] 准备过程:

[0648] 使用一多功能料理机:

[0649] -在中速下混合蒸馏水+油并加热至55℃

[0650] -在低速下慢慢添加甲基纤维素

[0651] -添加甘油单酯及甘油二酯

[0652] -停止加热

[0653] -添加燕麦并在中速下均匀混合

[0654] -添加海藻酸钠

[0655] -添加在小量水中分散的 $\text{CaCl}_2$

[0656] -将所述混合物冷却过夜

[0657] -在烤箱中或使用平底锅加热之后使用TPA检查质地参数

[0658] 此示例中的脂肪% (WB) 为21%。

[0659] 示例10:作为一凝胶的一水基底组分的准备

[0660] 示例10A:甲基纤维素

[0661] 将含有3%甲基纤维素(按重量计)的一配方在水中,在4℃下,在一混合器中以5,000RPM混合1分钟,以制造可在一3D打印机中挤出一保湿凝胶,并在50℃的一温度下保持一凝胶质地。可以在此含水组分中加入食用色素、风味添加剂等。

[0662] 示例10B:甜菜根粉

[0663] 基于甜菜根粉(10B及10C)准备两个配方。

[0664] 组合物:

[0665] 表11B中提供两个甜菜根粉基底的水组分的组合物:

[0666] 表11B:甜菜根粉基底水组分

组分	%wb	
	示例 10B	示例 10C
甜菜根粉	1.1	1.1
牛肉味混合 (Givaudan)	2.45	
角叉菜胶(Kappa)	-	1
麦芽糊精	-	2.95
水	96.45	94.95

[0668] 在检查这两种配方时,示例10B没有展现出任何独特的质地,而示例10C则形成一凝胶。因此,可以得出结论,使用这种方法可以实现适用于制造肉类似物的一水基底组分。

[0669] 示例11:脂肪及蛋白质组分的整个厚片打印

[0670] 下面是3D打印完整肌肉厚片的附加示例,使用各种脂肪基底组分、蛋白质基底组分及水基底组分。

[0671] 表12A:脂肪基底组分

组分	%w
芥花油	37.40
水	44.30
甲基纤维素MX	4.00
大豆蛋白分离物	4.00
浸泡TVPreponse 4410	10.00
LBG	0.30
总计	100.00

[0673] The所述脂肪基底组分通过下面程序制备:

[0674] 使用一Thermomix TM5混合器:

[0675] -在3.5的速度下混合水与油并加热至55℃

[0676] -在低速(1.5至3)慢慢加入甲基纤维素

[0677] -添加LBG接着是TVP,用力混合(4.5至6)

[0678] -停止加热

[0679] -添加大豆蛋白分离物,均匀混合(3.5)

[0680] -将所述混合物冷却过夜

[0681] -在烤箱中加热/平底锅煎过之后检查质地参数。

[0682] 此示例中的脂肪%(WB)为37.4%。

[0683] 表12B:蛋白质基底组分

组分	%
麸质	7.3
大豆蛋白分离物	7.3
TVP supromax 5050	8.6
绿豆丝面条	8.6
营养酵母	2.6
棕榈仁油	5.2
甘油单酯及甘油二酯	0.1
水	60.3
总计	100.0

[0685] 所述蛋白质基底组分通过下列程序制备:

[0686] -将TVP及绿豆丝面条浸入冷水,挤压它。浸泡前后称重,以计算配方所需的额外水量

[0687] -均匀混合所述粉末

[0688] -添加油然后添加水

[0689] -添加TVP及面条,在高速混合5分钟

[0690] 此示例中的蛋白质% (WB) 为19.36%。

[0691] 然后将蛋白质基底及脂肪基底组分用配备有一1.55毫米直径不锈钢喷嘴的两个螺旋钻螺杆挤出机进行3D打印,且所述3D模型如图8A所示。图8B显示了所得厚片的一横截面影像。

[0692] 所述3D打印的厚片使用真空低温烹调法(90℃,45分钟)进行处理,然后油炸至内部温度达到70℃。图8C中提供了油炸样品的一影像,显示所述样品保持了其结构(在烹饪/油煎过程中没有解体)。

[0693] 由此产生的整个厚片具有类似于整块牛肉切块的质地剖面。

[0694] 示例12:烤羊肉串的3D打印

[0695] 下面是一非均质碎肉类似物的3D打印的一示例,含有蛋白质组分(表13A)及脂肪组分(表13B)。

[0696] 表13A:蛋白质基底组分

[0697]

组分	%wb
水	59.2
组织化大豆蛋白(Response 4410,DuPont)	14.7
椰子脂肪	15
甲基纤维素(METHOCEL,Dow)	3
冷冻洋葱	3
牛肉香料(Givaudan)	4.1
天然棕色	0.5
天然红色	0.5
总计	100

[0698] 通过将各种TVP组分分别过筛制备所述蛋白质基底组分,然后与着色剂混合。然后将混合物与新鲜煮沸的水封闭30分钟以水合所述TVP。常温下,椰子脂肪带有脂肪指定风味。然后将染色的、浸泡过的蛋白质与洋葱-甲基纤维素一起移至一混合器中,将其余成分混合2分钟。混合后,将材料在110℃下烘烤5分钟。

[0699] 本示例中的蛋白质% (W.B) 为9.4%

[0700] 表13B:脂肪基底组分

[0701]

成分	%wb
牛肉调味料(Givaudan)	0.88
椰子油(Poliva)	99.12
总计	100

[0702] 所述脂肪组分与脂肪香料充分混合,并在室温下保持真空直至打印。

[0703] 本示例中的脂肪% (W.B) 为99.12%

[0704] 为了打印,将350毫升的蛋白质组分引入一进料器中。打印是使用配备有一不锈钢2毫米直径喷嘴的一螺旋钻螺杆挤出机设备完成的,流速为1公斤/小时。跨过所述蛋白质组分“肌肉”股线阵列,加入2毫米直径脂肪组分“脂肪”股线至总共为14%wb。

[0705] 在图9A中提供所得3D打印的烤羊肉串的一影像。

[0706] 同理,根据一预定义的打印计划,制作出具有脂肪打印的文本的烤羊肉串,如图9B所示。所述打印的烤羊肉串的一切片也成功油炸,同时保持其完整性,如图9C所示。

[0707] 示例13:3D打印的蛋白质基底组分对比非打印的组分的组织学表征

[0708] 通常,根据本揭露,当所述打印头在P轴线(长度轴)上移动时,通过沉积材料来制造一厚片。所述材料沉积是通过挤压和可选地加热完成的。沉积至少两种物质,具体来说,一种蛋白质组分,及一种脂肪组分。这个过程会产生不同的股线,共同形成所述打印层。所述股线之间的粘附性在不同情况下可能会有所不同,但在所有情况下,以下至少一项是正确的。

[0709] 由溶解形式、凝结/聚集形式、原纤维、微原纤维或纤维形式的分散形式的蛋白质组成所述蛋白质组分。在所有情况下,挤出过程都意味着挤出材料上的剪切应力,并且这导致一些或全部所述蛋白质材料的至少部分取向。

[0710] 图10证明根据下面示例14制备的肉类似物试样内观察到此一行为,经过热处理(真空低温烹调95℃,4小时),甲醛固定、包埋在凝胶和石蜡中并切为5、10和20微米切片,按照一标准组织学程序。然后所述切片用Eosin染色,并在Olympus BX51显微镜(Olympus lifescience,Japan)上成像。放大倍数:x10、X20、X40。

[0711] 具体而言,图10显示,与未打印的试样(在相应的图中识别)相比,所述打印的试样具有更多的蛋白质纤维并且它们具备优先取向。当平行于P轴线(XP/P平面=宽度/长度平面)完成所述截面时,与垂直于所述P轴线的截面(XP/Z平面=宽度/高度)相比,所述取向更明显和单向。

[0712] 与手动成型而不是打印然后作为所述打印的试样处理的非打印的含蛋白质组分相比,缺乏取向是显着的。

[0713] 由于挤出机-材料界面处的剪切力最高,因此在一些情况下,所述股线轮廓处的取向最大。所述蛋白质组分股线的外部区间可能展现不同于内部(即核心)区间的结构特征。

[0714] 示例14:3D打印的肉替代品厚片的质地剖面分析

[0715] 打印方法影响所述肉类似物的物理特性从而具有各向异性的行为。

[0716] 使用多个组分(表14)的下面组合物及准备程序来制备一肉类似物:

[0717] 表14:蛋白质组分的组合物

[0718]

成分	%wb
麸质	5
大豆蛋白分离物	6.51
TVP	17.5
啤酒香精	2.38
棕榈仁油	4.75
甘油单酯及甘油二酯	0.32
β-胡萝卜素	0.08
红香料	0.16
水	63.3
总计	100

- [0719] -将TVP浸入水,浸泡前后称重,以计算配方所需的外加水量。
- [0720] -在60℃下用甘油单酯与甘油二酯融化棕榈仁油。
- [0721] -使用具有塑料刀片的 **Ninja®** BL862 Kitchen System混合器。
- [0722] -在低速下混合麸质+SPI+牛肉香精。
- [0723] -添加融化的油+甘油单酯及甘油二酯。
- [0724] -混合剩余的水与β-胡萝卜素+红香料,且在高速下添加到所述Ninja混合器。
- [0725] -添加TVP且在高速下混合直到接收均质性混合物。
- [0726] -打印配方前等待过夜。
- [0727] -使用装备一不锈钢1.55毫米直径喷嘴的螺旋钻螺杆挤出机打印。
- [0728] -使用商用真空低温烹调仪器在98℃烹煮所述打印的厚片45分钟。
- [0729] -油煎前等待过夜。
- [0730] 具体地,当在P(长度)轴线与XP(宽度)轴线上测量时,检测以下质地参数:杨氏模量、硬度和咀嚼性,并且显示以展现不同的值。结果在表15和图11A(P轴线)、图11B(XP轴线)中提供,并与图11C中所示的真肉进行比较。
- [0731] 表15:TPA表征-与非打印的肉类似物或真肉比较

	3D 打印的肉类似物, 在真空低温中烹调 (95℃、4 小时)				非打印的肉类似物, 在真空低温中烹调 (95℃、4 小时)	
	沿着纤维轴线 (P)	St.Dev (%)	垂直于纤维轴线 (XP)	St.Dev (%)	随机轴线	St.Dev (%)
硬度 (N)	36.09	4.0	52.85	4.9	42.17	6.4
杨氏模量 (MPa)	0.299	2.8	0.404	3.3	0.277	8.6
凝聚力	0.405	3.9	0.520	5.2	0.524	3.6
咀嚼性 (N)	13.21	5.9	24.23	5.0	20.11	10.4
粘性 (N)	14.61	6.1	27.44	4.9	22.13	9.7
	牛肉 (里脊肉切块, 在 200℃烤炉中 30 分钟)					
	沿着纤维轴线 (P)	St.Dev (%)	垂直于纤维轴线 (XP)	St.Dev (%)		
硬度 (N)	67.3	14.4	81.8	8.0		
杨氏模量 (MPa)	0.97	14.3	0.99	21.7		
凝聚力	0.52	13.2	0.52	6.7		
咀嚼性 (N)	25.2	13.7	28.9	18.9		
粘性 (N)	34.9	11.4	39.9	18.2		

- [0733] 具体而言,所述质地参数显示,在根据本揭露打印的肉类似物试样中,与P轴线比



较时,平行于XP轴线测量时,所有被测的TPA参数具有更高的值。不受此限制,这可以通过平行于所述打印股线轴线施加压缩应力时原纤维和股线的分离来解释。在真正的熟肉中部分观察到一类似的行为,其中在垂直于纤维方向的方向上硬度也更高。对打印的肉类似物而言,P轴线上的硬度为36N,XP轴线上的硬度为53N。对于里脊肉切块而言,P轴线上的硬度为67N,XP轴线上的硬度为82N。

[0734] 示例15:与实际的动物肉比较

[0735] 所述沉积的股线与相邻股线的黏附不完善,这大概是由于空气间隙或之间的相互作用不充分(例如,一条股线的高分子量分子不会渗透到另一条股线中),且一旦施加应力,就会通过在多条股线之间的边界处的分层优先发生失效,而不是通过股线大部分的中断。此通过失效模式的一各向异性体现本身,平行于P轴线(线性弯曲裂纹)与垂直于P轴线(曲折和分支裂纹)。将此行为与真实肉类行为进行了比较,比较结果如图12A至12G所示。

[0736] 具体来说,图12A至12G证明煮熟的里脊牛肉(图12A、12C和12E)与示例14中的肉类似物相似地制备的煮熟的打印的肉类似物(图12B、12D、12F和12G)之间在行为上的差异。在这两种制品类型中,一手动施加的应力导致在平行于P轴线(线性弯曲裂纹)与垂直于P轴线(曲折和分支裂纹)上的一不同的失效模式,这表明两种3D打印的肉替代品和真肉制品展现各向异性的质地行为。

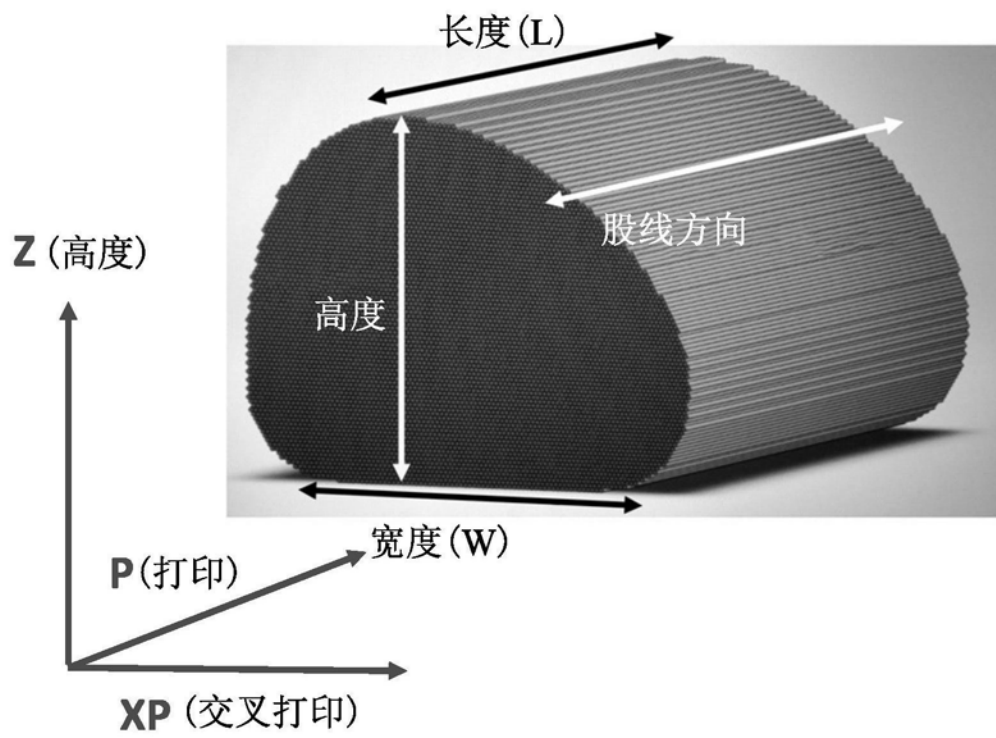


图1A

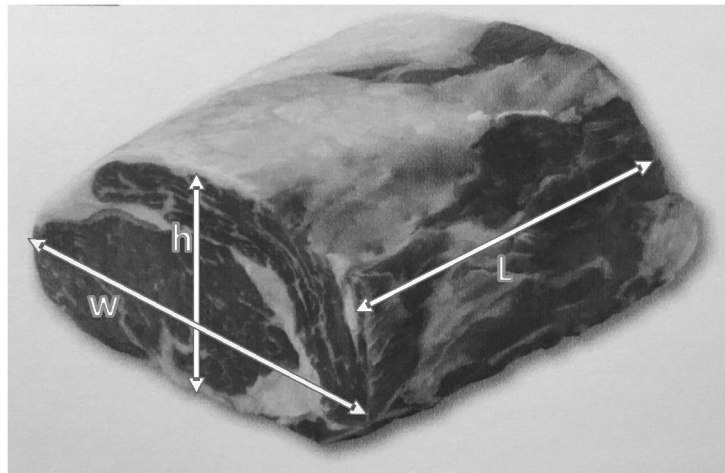


图1B

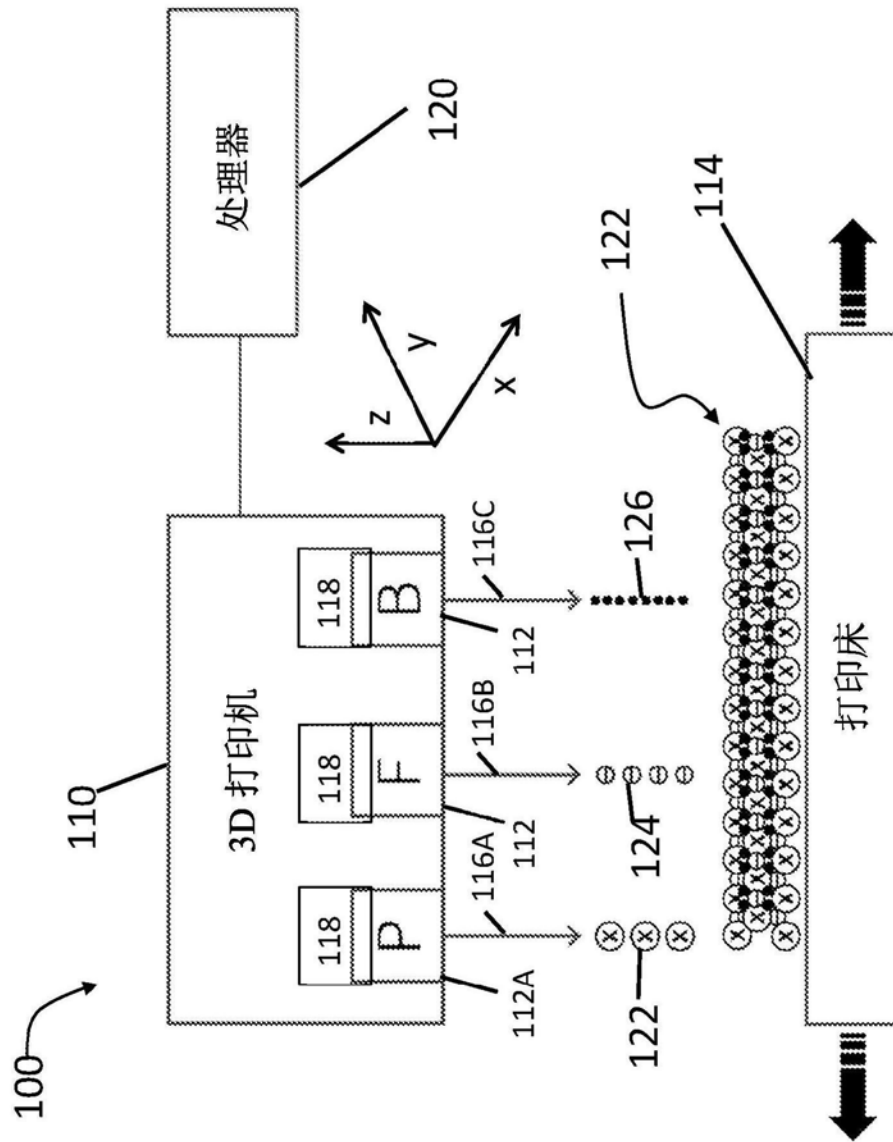


图2

图 3A

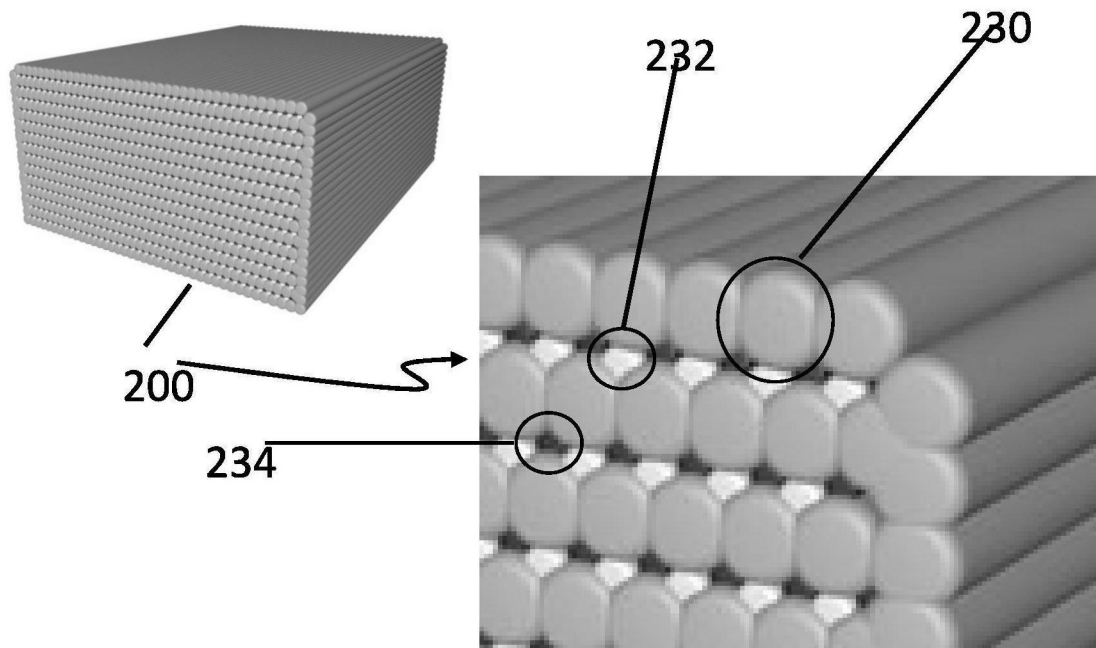


图 3B

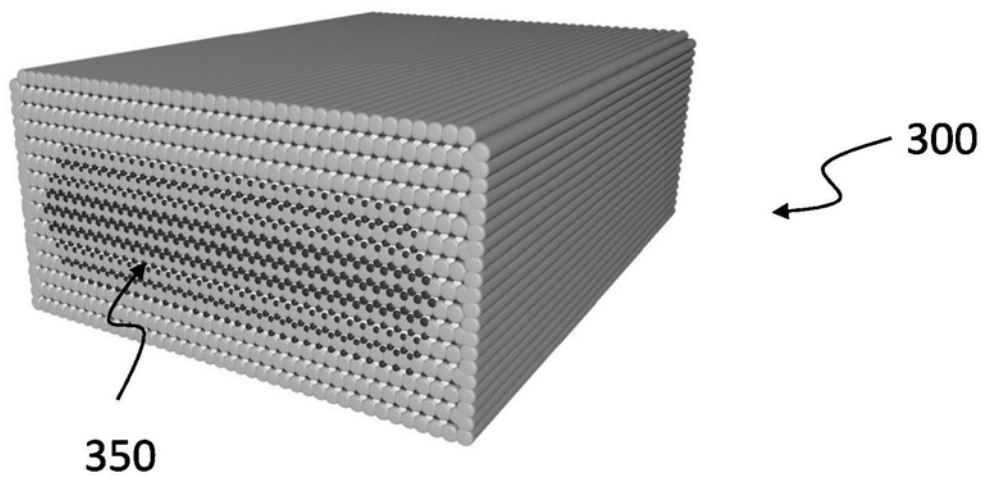


图4A

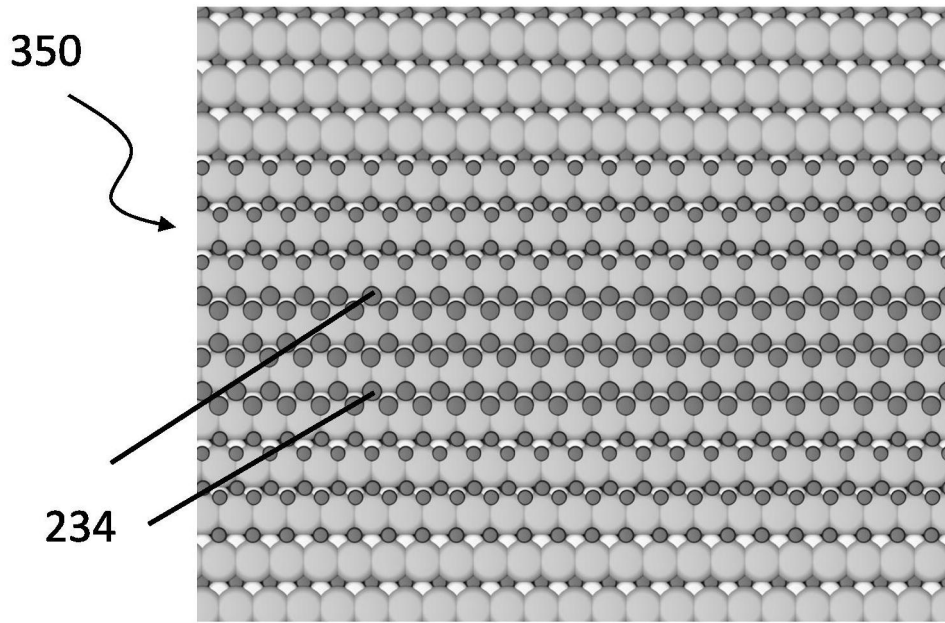


图4B

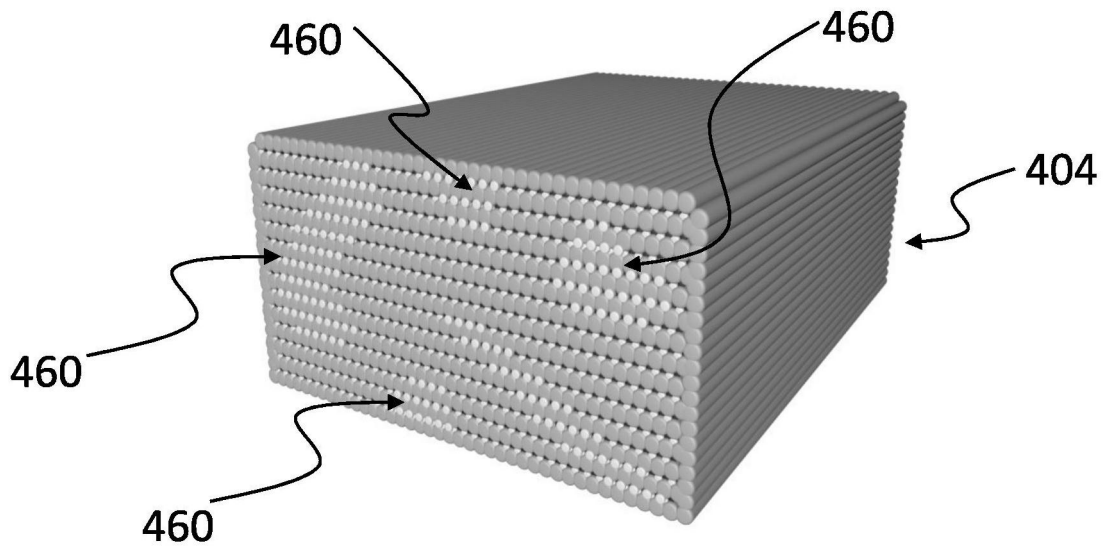


图5A

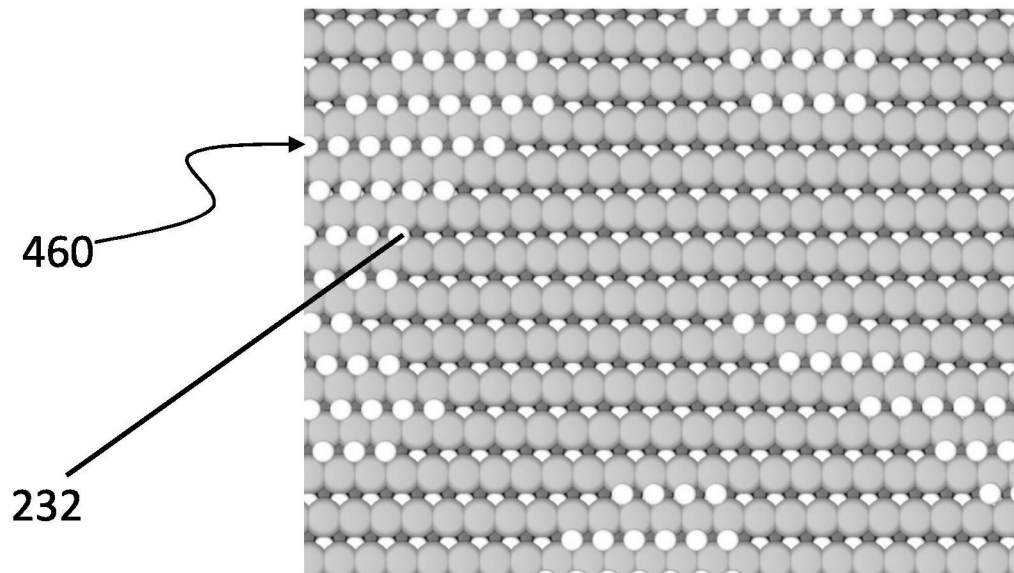


图5B

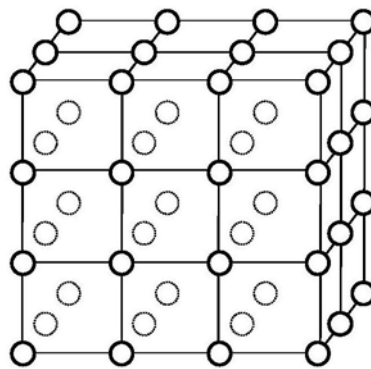


图6A

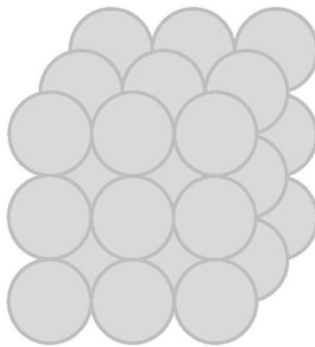


图6B

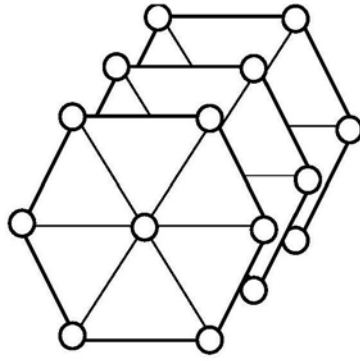


图6C

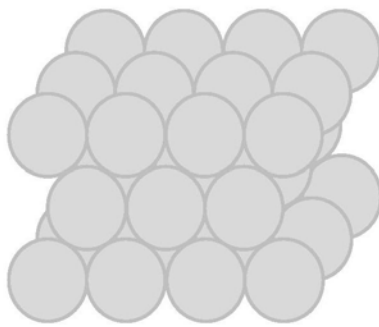


图6D

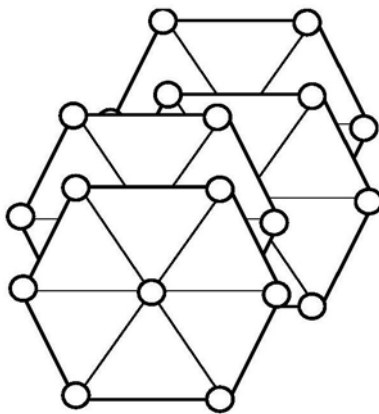


图6E

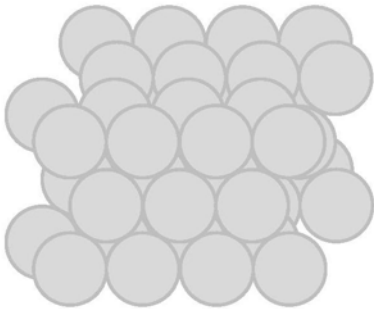


图6F

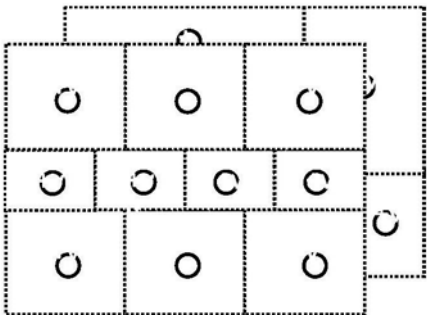


图6G

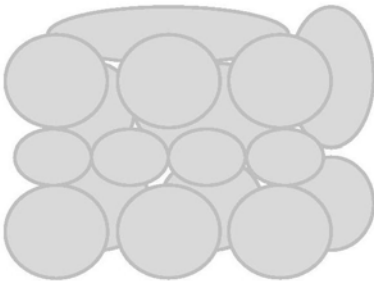


图6H

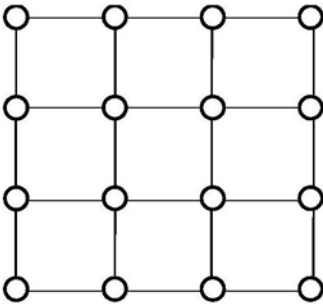


图6I



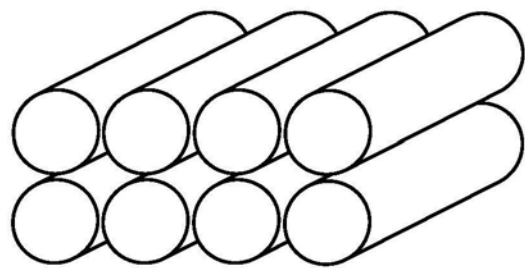


图6J

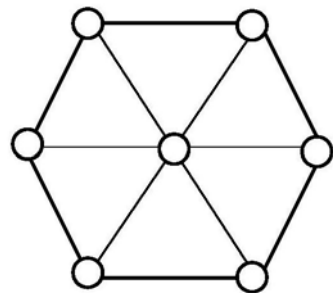


图6K

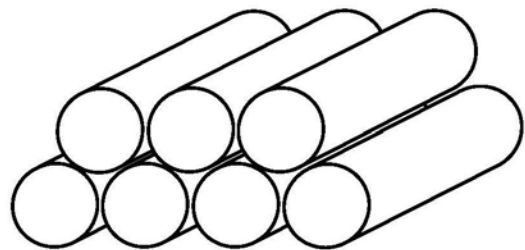


图6L

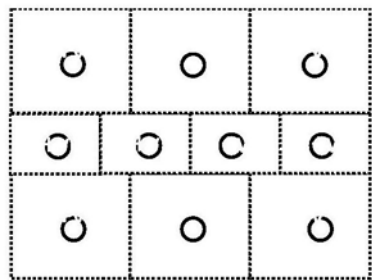


图6M

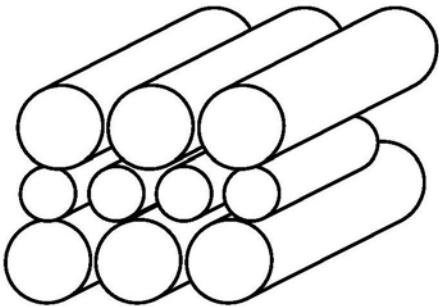


图6N

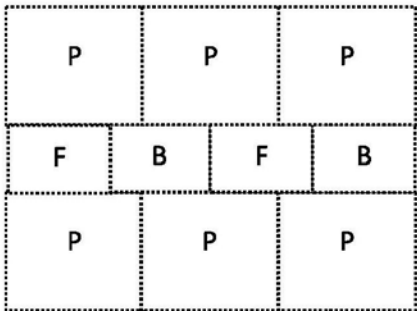


图6O

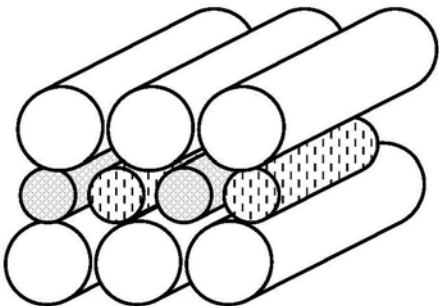


图6P

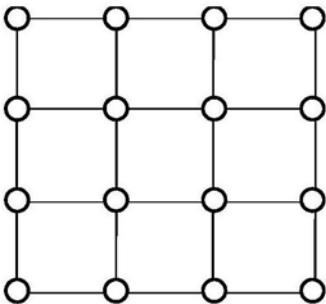


图6Q

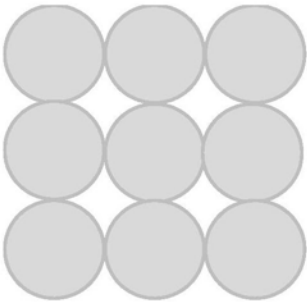


图6R

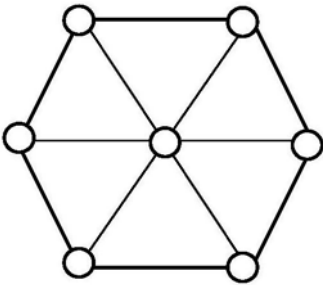


图6S

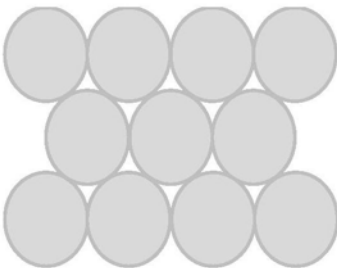


图6T

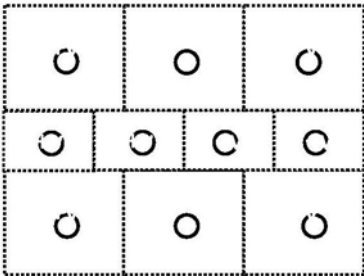


图6U

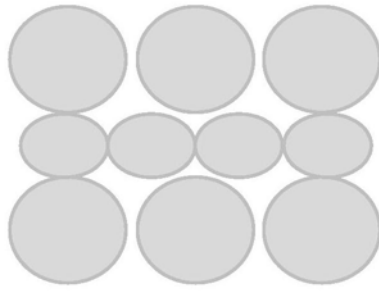


图6V



图6W

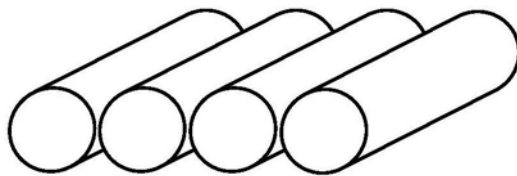


图6X

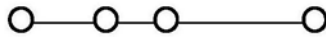


图6Y

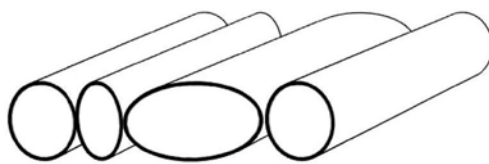


图6Z

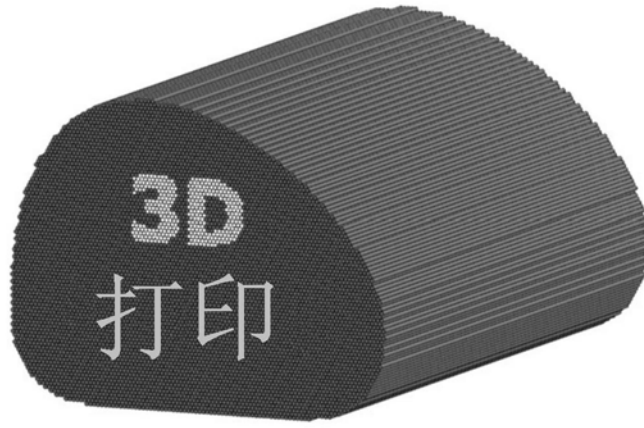


图7A

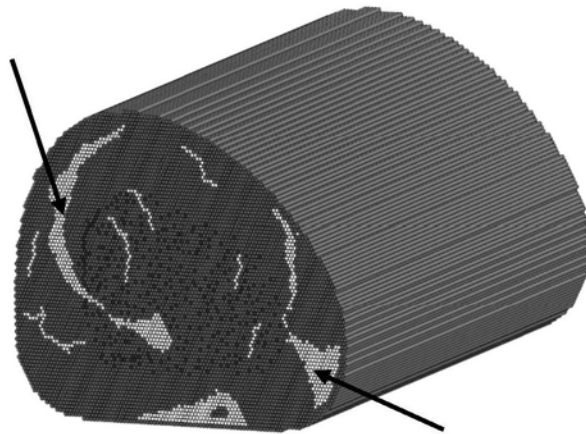


图7B

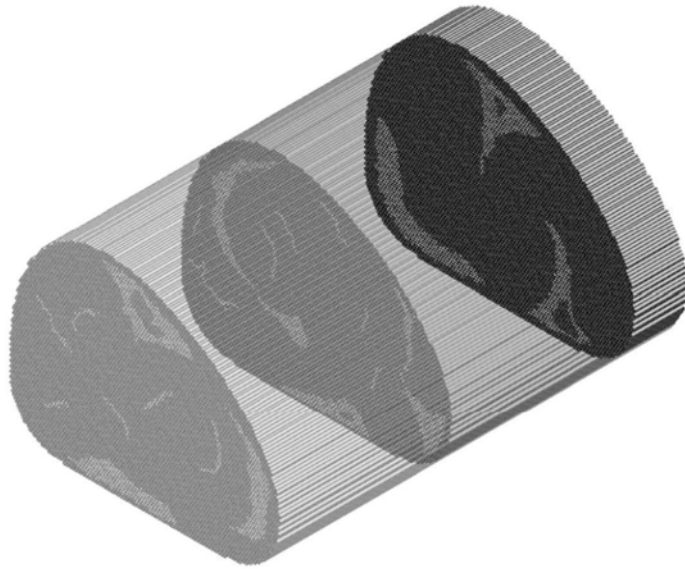


图7C

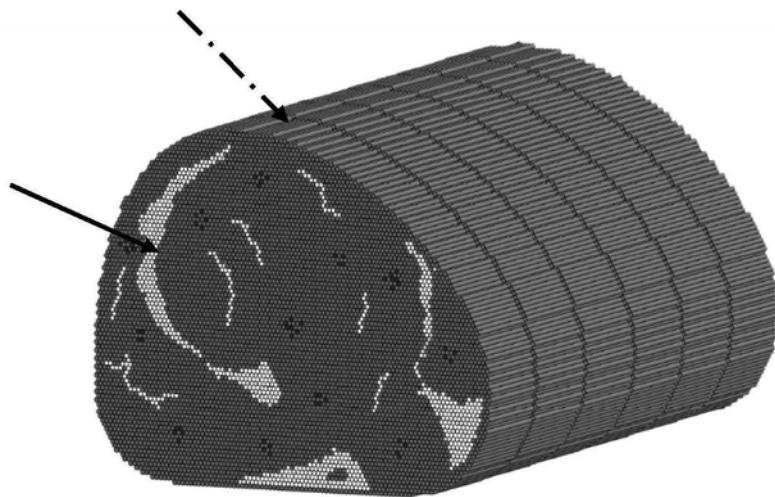


图7D

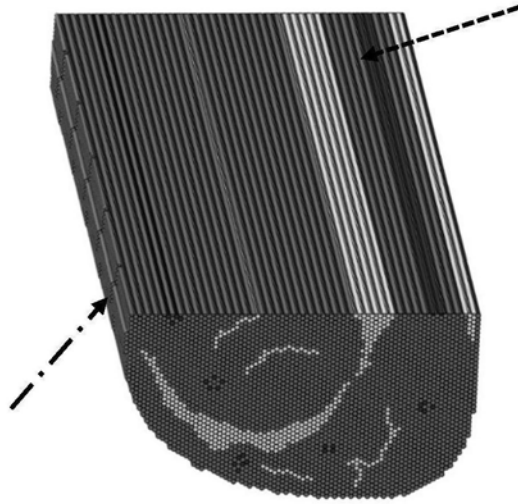


图7E

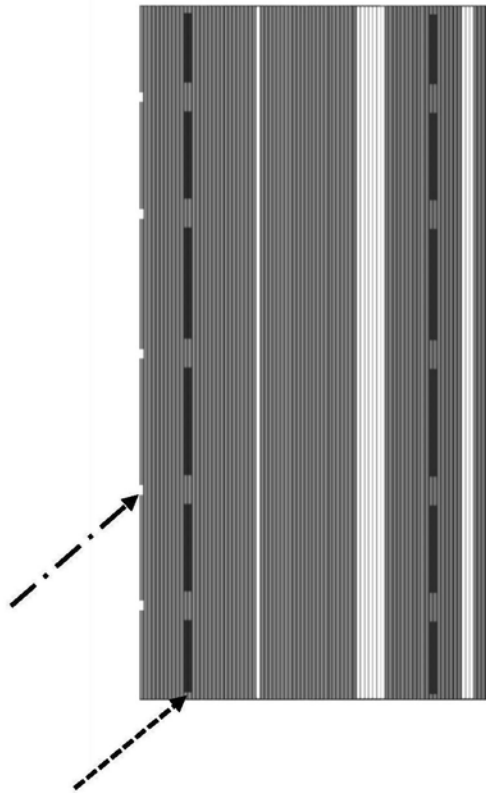


图7F

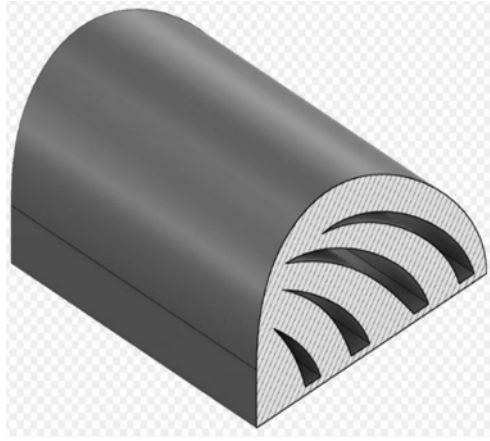


图8A



图8B

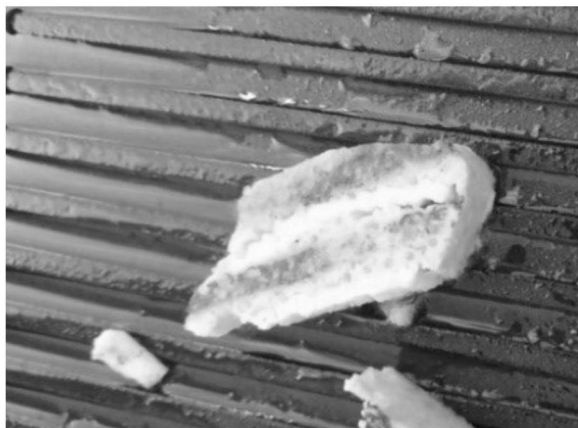


图8C





图9A

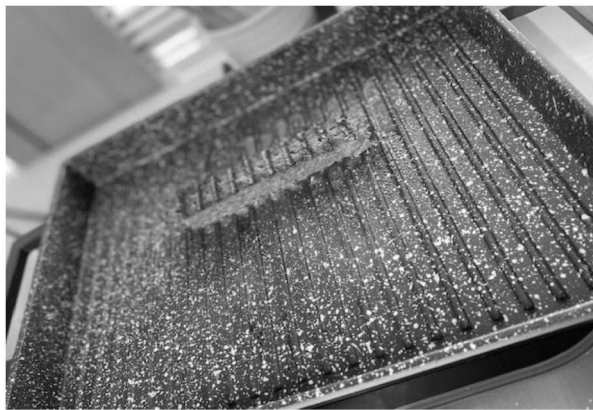


图9B



图9C

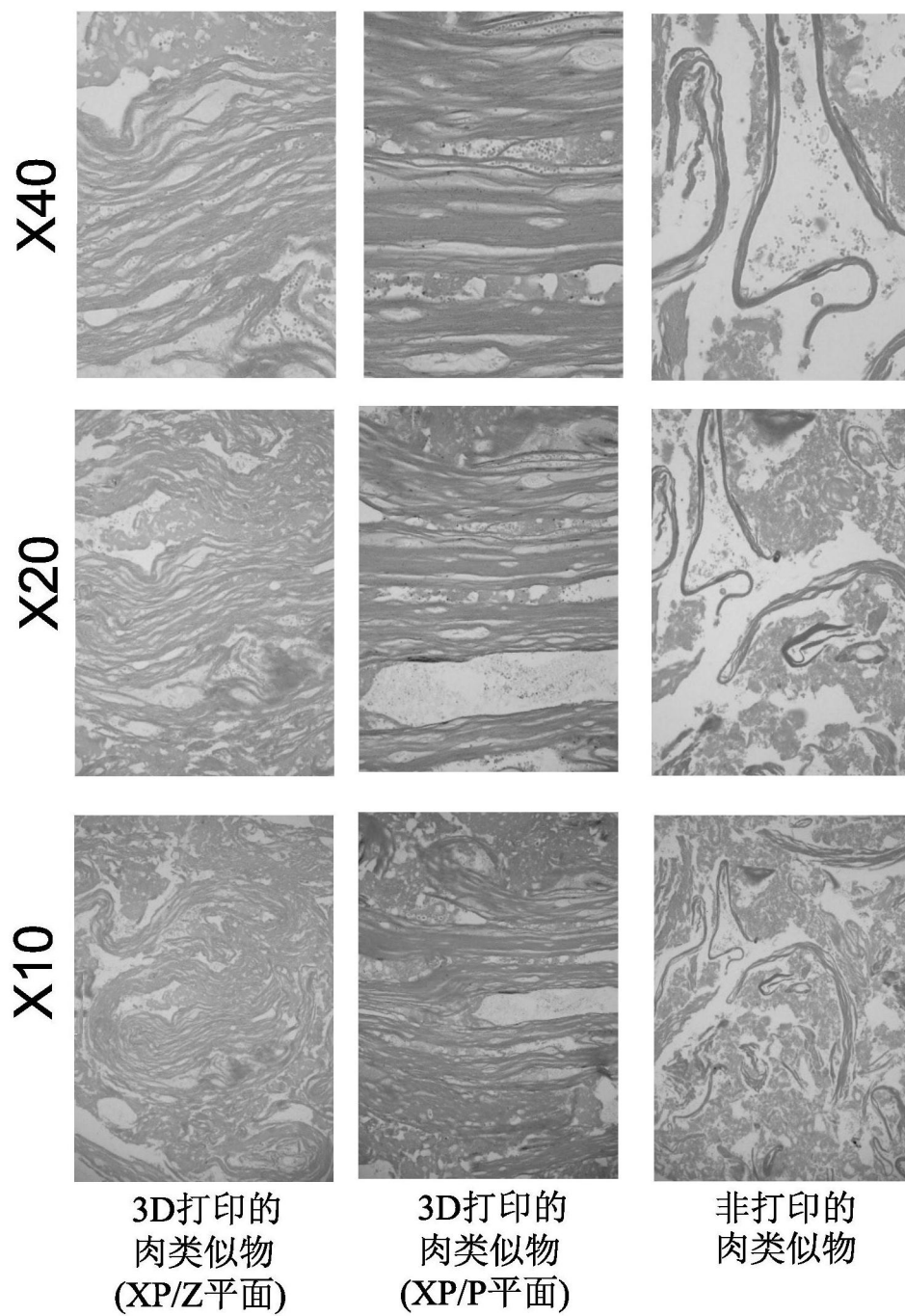


图10

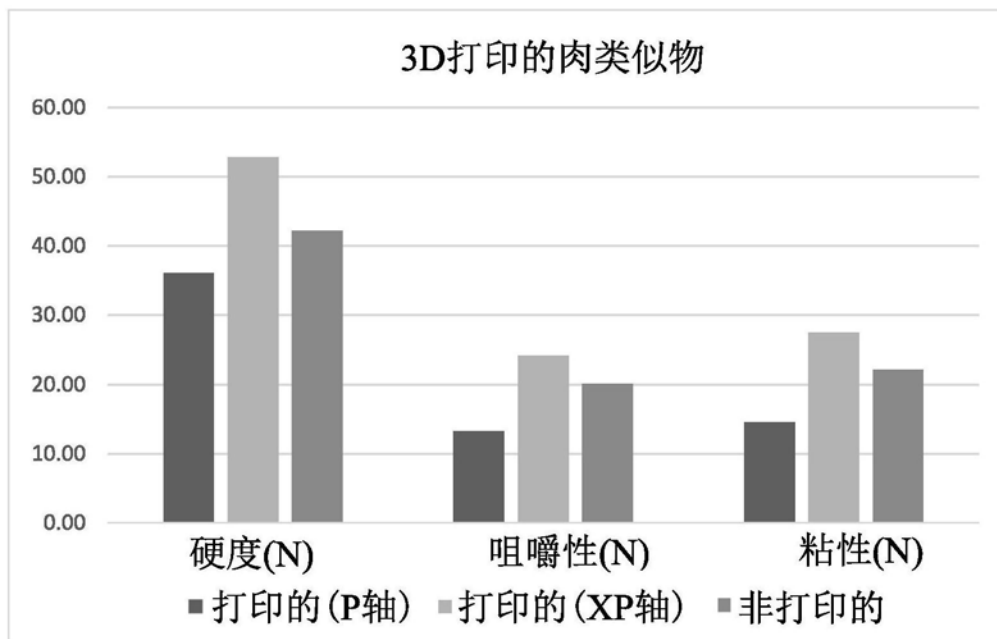


图11A

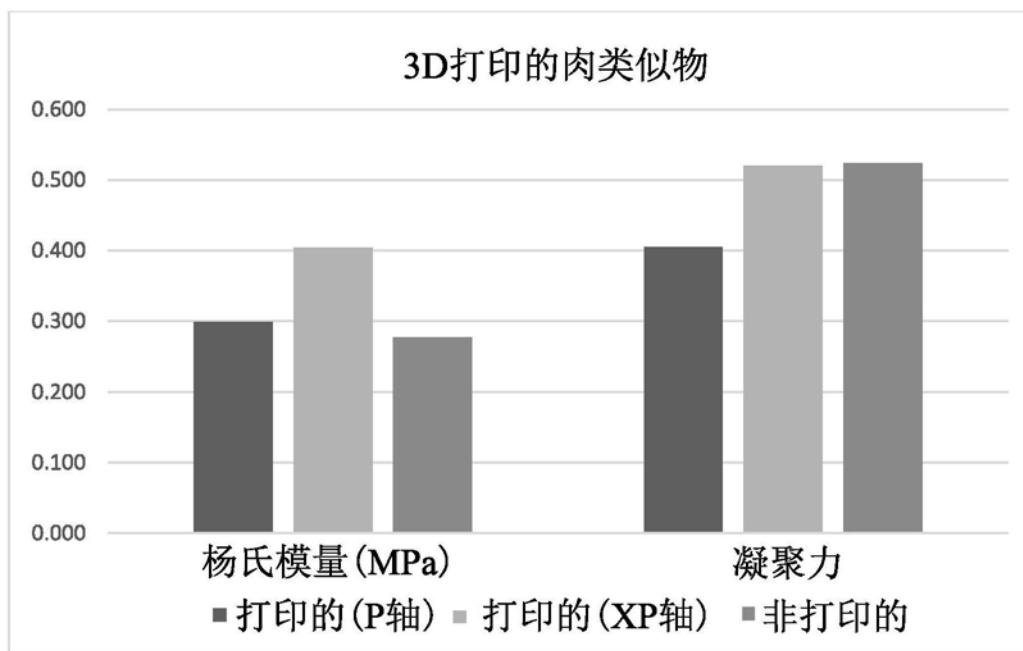


图11B

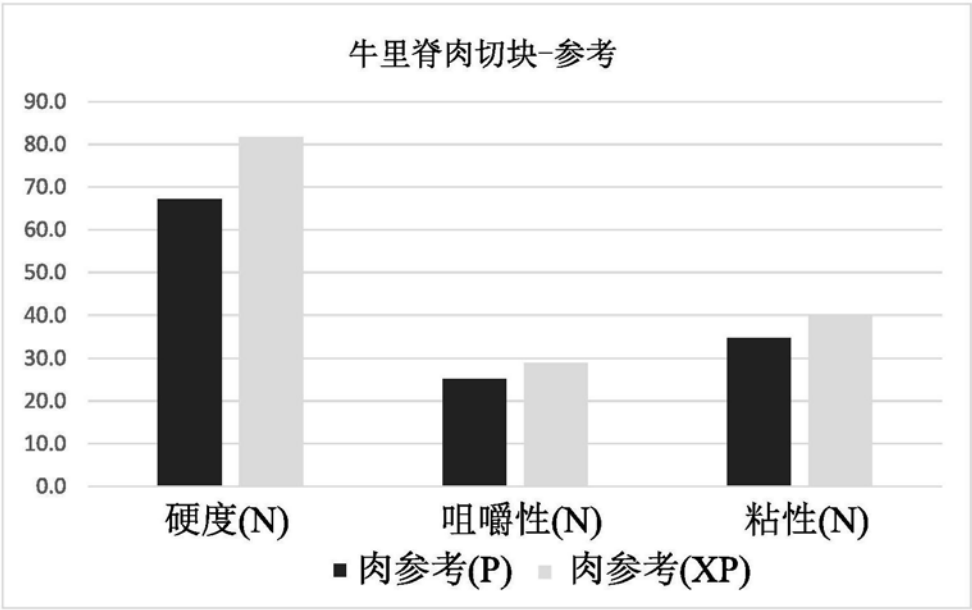


图11C

牛里脊肉

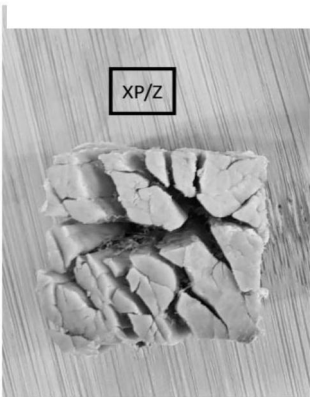


图12A

## 3D打印肉替代品

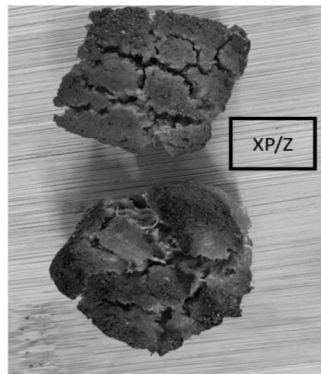


图12B

## 牛里脊肉

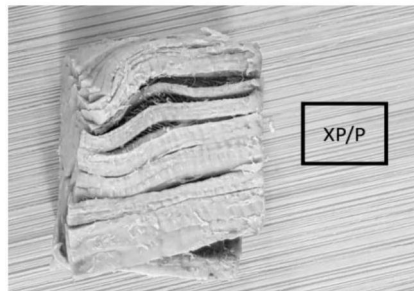


图12C

## 3D打印肉替代品



图12D

## 牛里脊肉



图12E

## 3D打印肉替代品

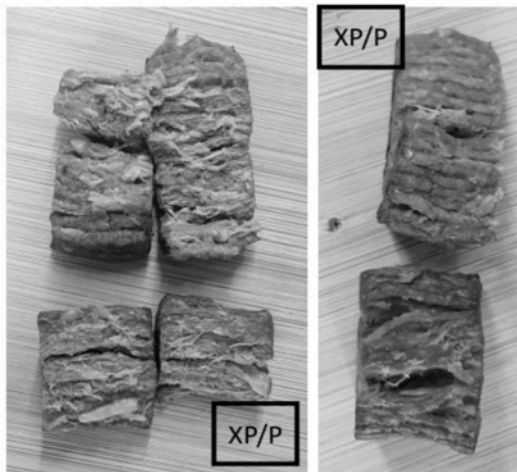


图 12F

图 12G



图13A

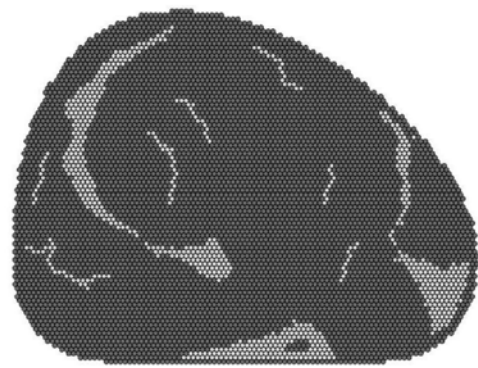


图13B

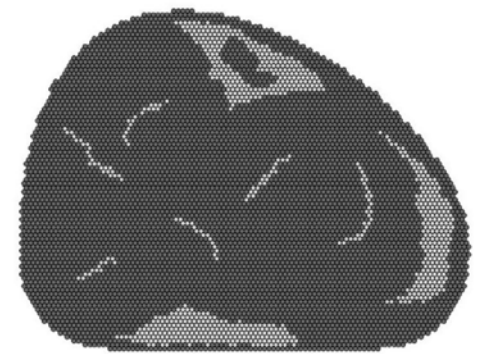


图13C

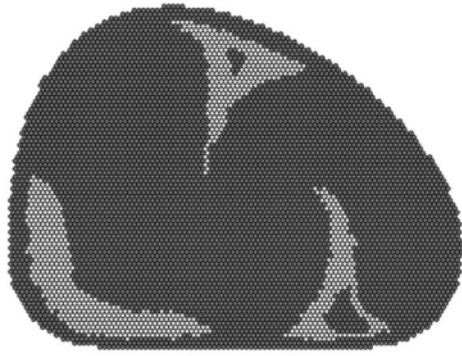


图13D

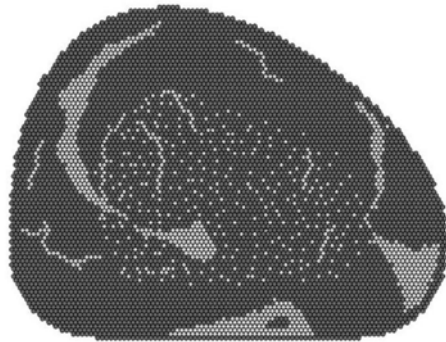


图13E

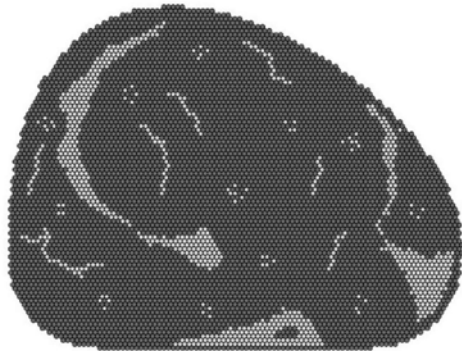


图13F



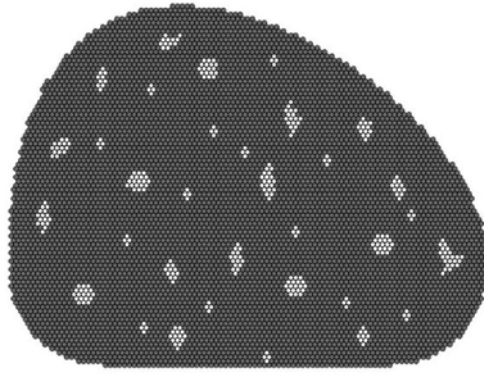


图13G

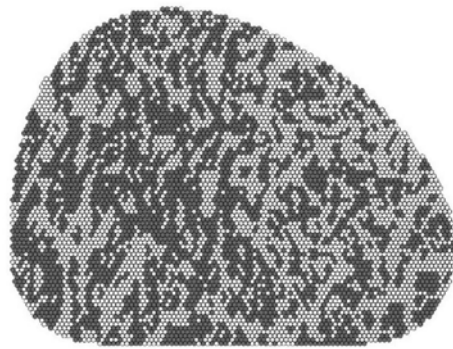


图13H

1. 一种3D打印的肉厚片类似物,其特征在于,所述肉类似物包含一3D打印的蛋白质基底组分及一脂肪基底组分;

其中当所述肉厚片类似物被划分为多个片段时,其包含本质上由所述蛋白质基底组分所组成的至少一片段,所述蛋白质基底组分在化学上区别于本质上由所述脂肪基底组分所组成的所述厚片的至少一其他片段;

其中所述肉厚片类似物包含所述蛋白质基底组分的实质上对齐的多条股线的多个层;

其中所述肉厚片类似物包含至少一层,所述层包含分别分布于其中的一脂肪基底组分及一蛋白质基底组分;以及

其中所述肉厚片类似物的一立方样品在从所述立方样品的三个本质上不同的正交方向上测量物理参数时展现一各向异性的物理特性;以及

其中所述肉厚片类似物的尺寸是充足的,当在本质上垂直于所述蛋白质基底组分的所述股线的方向的一方向上进行切割时,允许从所述肉厚片类似物切割出个别的肉排切片,所述肉排切片具有介于0.5厘米至10厘米的一厚度。

2. 一种3D打印的肉厚片类似物,其特征在于,所述肉类似物包含一3D打印的蛋白质基底组分及一脂肪基底组分;

其中当所述肉厚片类似物被划分成多个片段时,其包含本质上由所述蛋白质基底组分所组成的至少一片段,所述蛋白质基底组分在化学上区别于本质上由所述脂肪基底组分所组成的至少一其他片段;

其中所述肉厚片类似物包含所述蛋白质基底组分的实质上对齐的多条股线的多个层;

其中所述肉厚片类似物包含至少一层,所述层包含分别分布于其中的一脂肪基底组分及一蛋白质基底组分;

其中所述肉厚片类似物包含所述蛋白质基底组分和所述脂肪基底组分的一非均质分布;以及

其中所述肉厚片类似物的尺寸是充足的,当在本质上垂直于所述蛋白质基底组分的所述股线的方向的一方向上进行切割时,允许从所述肉厚片类似物切割出个别的肉排切片,所述肉排切片具有介于0.5厘米至10厘米的一厚度。

3. 如权利要求1所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述肉类似物包含所述蛋白质基底组分和所述脂肪基底组分的一非均质分布。

4. 如权利要求1至3任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述蛋白质基底组分的一片段的一湿样品包含5重量%至60重量%的蛋白质材料。

5. 如权利要求1至4任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述脂肪基底组分具有以下至少一种特征:(i)具有在30℃的一黏滞性,介于3,000与1,000,000厘泊之间;(ii)具有一熔点温度,在30℃至80℃的范围内。

6. 如权利要求5所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述脂肪基底组分具有在30℃的一黏滞性介于10,000与300,000厘泊之间。

7. 如权利要求1至6任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述肉类似物包含蛋白质含量不同的两个或更多个蛋白质基底组分。

8. 如权利要求1至7任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述肉类似物包含脂肪含量不同的两个或更多个脂肪基底组分。

9. 如权利要求1至8任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述脂肪基底组分的一片段的一湿样品包含介于20重量%至100重量%的亲脂性物。

10. 如权利要求9所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述脂肪基底组分的一片段的一湿样品包含介于60重量%至100重量%的亲脂性物。

11. 如权利要求1至10任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述脂肪基底组分包含不饱和脂肪酸。

12. 如权利要求1至10任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述脂肪基底组分包含饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、油凝胶、油包水乳液、水包油乳液以及油包油乳液中的任一种或其组合。

13. 如权利要求1至12任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述各向异性的物理特性是一质地特性。

14. 如权利要求1至12任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:当在三个正交方向上测量至少0.5cc的至少一样品中的所述物理特性时,所述各向异性的物理特性展现至少20%的数值差异。

15. 如权利要求1至14任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述肉类似物包含一水性基底组分。

16. 如权利要求15所述的肉厚片类似物,其特征在于:当从所述肉类似物的至少0.5cc的一样品提取时,所述水性基底组分包含介于70重量%至97重量%之间的水量。

17. 如权利要求15所述的肉厚片类似物,其特征在于:当平均超过至少10个这样的样品时,至少0.5cc的一样品包含30%至80%的水。

18. 如权利要求1至17任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述肉类似物包含一粘结剂。

19. 如权利要求18所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述粘结剂包含麸质、交联酶、交联胶凝剂、水胶体以及胶质中的任一种或其组合。

20. 如权利要求19所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述交联酶是一种酶,催化二硫键及异肽键中的任一个或其组合的形成。

21. 如权利要求19所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述酶是转谷氨酰胺酶。

22. 如权利要求19所述的肉厚片类似物,其特征在于:至少一部分所述水胶体出现在多个片段中,所述片段包含所述蛋白质基底组分。

23. 如权利要求19所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述交联胶凝剂形成交联的海藻酸钙。

24. 如权利要求1至23任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述肉厚片类似物由一宽度、一高度及一长度定义,且具有介于10厘米至50厘米的一长度,介于10厘米至15厘米的一高度以及介于12厘米至20厘米的一宽度。

25. 如权利要求1至23任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述肉厚片类似物由一宽度、一高度及一长度所定义,且具有介于30厘米至100厘米的一长度,介于15厘米至30厘米的一高度以及介于20厘米至40厘米的一宽度。

26. 如权利要求1至25任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述蛋白质基底组分包含组织化植物蛋白。

27. 如权利要求1至26任一项所述的肉厚片类似物,其特征在于:所述肉厚片类似物包含实质上对齐的多条股线脂肪组分。

28. 一种用于制造如权利要求1至25任一项的一肉厚片类似物的方法,其特征在于,所述方法包含打印多个层,所述多个层包含蛋白质基底组分及一脂肪基底组分中的一或二者,

其中所述打印被配置用以提供:

一或多个片段,所述片段包含所述蛋白质基底组分,所述蛋白质基底组分在化学上区别于包含所述脂肪基底组分的其他片段;

多个层,包含所述蛋白质基底组分的多条股线,所述蛋白质基底组分实质上对齐所述肉厚片类似物的打印方向;

至少一层具有分别分布于其中的所述脂肪基底组分及所述蛋白质基底组分;

在所述肉厚片类似物的一立方样品中,当从所述立方样品的三个不同的方向上测量物理参数时的一各向异性的物理特性;以及

所述肉厚片类似物的尺寸是充足的,当在本质上垂直于所述蛋白质基底组分的所述股线的方向的一方向上进行切割时,允许从所述肉厚片类似物切割出个别的肉排切片,所述肉排切片介于0.5厘米至10厘米宽。

29. 一种用于制造如权利要求1至25任一项的一肉厚片类似物的方法,其特征在于,所述方法包含打印多个层,所述多个层包含蛋白质基底组分及一脂肪基底组分中的一或二者,

其中所述打印被配置用以提供:

一或多个片段,所述片段包含所述蛋白质基底组分,所述蛋白质基底组分在化学上区别于包含所述脂肪基底组分的其他片段;

多个层,包含所述蛋白质基底组分的多条股线,所述蛋白质基底组分实质上对齐所述肉厚片类似物的打印方向;

至少一层具有分别分布于其中的所述脂肪基底组分及所述蛋白质基底组分;

在所述肉厚片类似物内,所述蛋白质基底组分和所述脂肪基底组分的一非均质分布;以及

所述肉厚片类似物的尺寸是充足的,当在本质上垂直于所述蛋白质基底组分的所述股线的方向的一方向上进行切割时,允许从所述肉厚片类似物切割出个别的肉排切片,所述肉排切片介于0.5厘米至10厘米宽。

30. 如权利要求29所述的方法,其特征在于:所述打印被配置用以提供在所述肉厚片类似物的一立方样品中的一各向异性的物理特性。

31. 如权利要求29至30任一项所述的方法,其特征在于:所述打印是根据一预定义组装计划,定义所述蛋白质基底组分及所述脂肪基底组分相对于彼此的空间排列。

32. 如权利要求29至31任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含打印所述蛋白质基底组分的多条股线。

33. 如权利要求29至32任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含打印所述脂肪基底组分的多条股线。

34. 如权利要求29至33任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含在沉积所述蛋白

质基底组分的多条股线于一打印床上之前,组织化所述蛋白质基底组分。

35. 如权利要求29至34任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含至少一固化阶段,所述固化包含下列任一种或其组合:

施加一粘结剂;

施加一组织化剂;

暴露于红外光辐射;

暴露于紫外光辐射;

加热或冷却;

移除或引入湿气(补液或脱水)。

36. 如权利要求29至35任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含在一或多个打印层之间施加所述粘结剂。

37. 如权利要求29至36任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含打印至少三层。

38. 如权利要求37所述的方法,其特征在于:所述至少三层中的至少两层是不一致的。

39. 如权利要求29至38任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含打印多个层以获得一肉厚片类似物,所述肉厚片类似物具有介于10厘米至50厘米的一长度,介于10厘米至15厘米的一高度以及介于12厘米至20厘米的一宽度。

40. 如权利要求29至39任一项所述的方法,其特征在于:所述方法包含打印多个层以获得一肉厚片类似物,所述肉厚片类似物具有介于30厘米至100厘米的一长度,介于15厘米至30厘米的一高度以及介于20厘米至40厘米的一宽度。